



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**TEMA:**

**CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

**Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.**

**AUTORES:**

**LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO.**

**RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID.**

**DIRECTOR:**

**ING. FAUSTO TAPIA**

**Ibarra, 2013**

## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por los señores LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO, RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID, para optar por el Título de Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz, titulado  
**“CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.”** considerando que dicho trabajo reúne todos los requisitos legales para ser sometido a la presentación pública y evaluación de parte del Jurado Examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 2 de Mayo de 2013.

**ING. FAUSTO TAPIA**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo, síntesis de un esmerado esfuerzo marcado de innumerables sorpresas, lecciones de referentes educativos, dedicamos a nuestros queridos padres, constantes impulsores de los más grandes anhelos, de ayudarnos a mantener la voluntad necesaria para avanzar por el sigiloso camino del enriquecimiento del saber científico, consecuencia de una larga travesía universitaria que he culminado, convirtiéndome en un profesional de la ingeniería, apoyados siempre por la fe y la confianza, la pasión por descubrir, haciendo de cada meta, un referente de cambio en el que la universidad y los maestros alimentaron la sabiduría que hoy nos brindas la oportunidad de contribuir con nuestros conocimientos a la construcción de una sociedad fuente de desarrollo afincada en los principios de justicia e igualdad.

## **AGRADECIMIENTO**

La trayectoria de los años por el apasionado mundo de la ciencia en los que a cada paso nos permitió cosechar experiencias, conocimientos, descubrir los honrados privilegios del quehacer científico, nuestros maestros fueron los promotores de nuestras curiosidades, sueños e ideales, la respuesta oportuna a nuestras amplias inquietudes, por lo que tributo nuestros agradecimiento a ellos, incansables constructores del conocimiento. De igual manera a nuestro tutor, maestro de experimentadas ejecutorías, incansable explorador de la ciencia y la práctica educativa, orientador de la culminación de nuestro trabajo, y a nuestra universidad que nos dio la oportunidad de transitar por las páginas de la sabiduría, fue la perspectiva enriquecedora que nos comprometió a asumir con disciplina la tarea permanente de una educación científica, expreso nuestros agradecimiento, a todas nuestros compañeras y compañeros, síntesis de nuestras alegrías.

## ÍNDICE

CARATULA.....	i
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPITULO I

<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
1,1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4 DELIMITACIÓN. ....	4
1.4.1 Unidades de observación.....	4
1.4.1.1 Escuela de Educación Técnica, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.....	4
1.4.2 Delimitación Espacial. ....	4
1.4.3 Delimitación Temporal. ....	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
1.6 JUSTIFICACIÓN. ....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 FUNDAMENTOS DE ELECTROLISIS.....	7
2.1.1 Electrolisis.....	7
2.1.2 Electrólisis del agua.....	9
2.1.3 Electricidad.....	10
2.1.4 Hidróxido de potasio.....	11
2.1.5 Acero inoxidable.....	11
2.1.6 Inyección electrónica.....	12
2.1.6.1 Función de la inyección en los motores de gasolina.....	13
2.1.6.2 Funcionamiento en inyección gasolina.....	16
2.1.6.3 Funcionamiento en inyección diésel.....	16
2.1.6.4 Inyectores.....	16
2.1.6.5 La contaminación del aire es consecuencia de las emisiones gaseosas tanto de fuentes móviles como fijas.....	19
2.1.6.6 Contaminantes.....	20
2.1.6.7. Otros elementos contaminantes.....	20
2.1.6.8 Daños que producen los gases de un motor de combustión interna.....	21
2.1.7 Por qué instalar un generador de hidrógeno.....	22
2.1.7.1 Cómo funciona un generador de hidrógeno.....	23
2.1.7.2 Menos consumo, más potencia, menos contaminación y más kilómetros de vida. ....	26
2.1.7.3 Beneficios en el motor.....	26
2.1.7.4 Beneficios.....	26
2.2 POSICIONAMIENTO TEÓRICO GLOBAL.....	28
2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	29

2.4	SUBPROBLEMAS.....	32
2.5.	MATRIZ CATEGORIAL.....	32

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>33</b>
3.1.	Tipo de Investigación. ....	33
3.2.	Métodos. ....	33
3.2.1.	La recolección de información.....	34
3.2.2.	Científico.....	34
3.2.3.	Analítico.....	34
3.2.4.	Sintético.....	34
3.2.5.	Inductivo.....	35
3.2.7.	Deductivo.....	35

### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	36
4.1.1.	Consideraciones y requerimientos.....	36
4.1.2.	Descripción del procedimiento.....	37
4.1.2.1.	Placas o electrodos.....	37
4.1.2.2.	Hidróxido de potasio.....	38
4.1.2.3.	Electrolito.....	38
4.1.2.4.	Células o celdas electrolíticas.....	38
4.1.2.5.	Adaptación del sistema.....	39

4.2.	RESULTADOS DE TORQUE, POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES SIN EL SISTEMA DE ELECTROLISIS.....	41
4.2.1.	Datos obtenidos en la prueba de torque potencia y emisión de gases sin el sistema de electrolisis.....	42
4.2.2.	Torque y potencia.....	42
4.2.3.	Emisiones de gases contaminantes.....	42
4.3.	RESULTADOS DE TORQUE, POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES CON EL SISTEMA DE ELECTROLISIS.....	44
4.3.1.	Datos obtenidos en la prueba de torque potencia y emisión de gases con el sistema de electrolisis.....	45
4.3.2.	Torque y potencia.....	45
4.3.3.	Emisiones de gases contaminantes.....	46
4.4.	TABLAS COMPARATIVAS DE TORQUE (TABLA Nro. 9) Y POTENCIA (TABLA Nro. 10).....	47
4.4.1.	Curvas de potencia.....	48
4.5.	TABLAS COMPARATIVAS DE EMISIÓN DE GASES PRUEBA NRO. 1.....	50
4.5.1.	Valores de emisión de gases prueba Nro. 1.....	51
4.6.	TABLAS COMPARATIVAS DE EMISION DE GASES PRUEBA NRO. 2.....	53
4.6.1.	Valores de emisión de gases PRUEBA Nro. 2.....	54

## CAPITULO V

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	56
5.2	RECOMENDACIONES.....	57



## CAPITULO VI

<b>6. PROPUESTA ALTERNATIVA.....</b>	<b>58</b>
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	58
6.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	58
6.3. FUNDAMENTACIONES.....	59
6.4. OBJETIVOS.....	59
6.5. UBICACIÓN SECTORIAL.....	60
6.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	60
6.6.1. Consideraciones y requerimientos.....	60
6.6.2. Descripción del procedimiento.....	61
6.6.2.1. Materiales.....	61
6.6.2.1.1 Placas o electrodos.....	61
6.6.2.1.2. Hidróxido de potasio.....	61
6.6.2.1.3. Electrolito.....	62
6.6.2.1.4. Células o celdas electrolíticas.....	62
6.6.2.1.5. Adaptación del sistema.....	63
6.7. IMPACTOS.....	63
6.8. DIFUSIÓN.....	63
6.9. PRACTICAS REALIZADAS EN EL MOTOR.....	64
6.9.1.-PRACTICA Nro. 1.....	64
6.9.1.1.-LIMPIEZA DE INYECTORES.....	64
6.9.1.2.-OBJETIVO.....	64
6.9.1.3.-MARCO TEORICO.....	64
6.9.1.4.-LOS INYECTORES Y SU LIMPIEZA.....	64
6.9.1.5.-LIMPIEZA DE INYECTORES POR ULTRASONIDO.....	66
6.9.1.6.- EL EQUIPO DE ULTRASONIDO.....	66
6.9.1.7.- MATERIALES.....	67
6.9.1.8.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	68

6.9.1.9.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA.....	68
6.9.1.10.- CONCLUSIÓN.....	68
6.9.1.11.- RECOMENDACIÓN.....	69
6.9.1.12.- BIBLIOGRAFÍA.....	69
6.9.2.-PRACTICA Nro. 2.....	69
6.9.2.1.- DIAGNOSTICO AUTOMOTRIZ.....	69
6.9.2.2.-OBJETIVO.....	69
6.9.2.3.-MARCO TEORICO.....	69
6.9.2.4.- DIAGNOSTICO.....	69
6.9.2.5.- PROCESO DE DIAGNOSTICO.....	70
6.9.2.6.- MATERIALES.....	71
6.9.2.7.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	71
6.9.2.8.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:.....	72
6.9.2.9.-CONCLUSIÓN.....	73
6.9.2.10.- RECOMENDACIÓN.....	73
6.9.2.11.- BIBLIOGRAFÍA.....	73
6.9.3.-PRACTICA Nro. 3.....	74
6.9.3.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	74
6.9.3.2.-OBJETIVO.....	74
6.9.3.3.-MARCO TEORICO.....	74
6.9.3.4.- MANTENIMIENTO.....	74
6.9.3.5.- MATERIALES.....	75
6.9.3.6.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	76
6.9.3.7.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA.....	76
6.9.3.8.- CONCLUSIÓN.....	77

6.9.3.9.- RECOMENDACIÓN.....	77
6.9.3.10.-BIBLIOGRAFIA.....	77
6.10.- BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	79

## RESÚMEN

CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTRÓLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA. El desarrollo de este proyecto se lo realizo en las instalaciones de la universidad Técnica del Norte, cuenta entre sus facultades con la Facultad de Ciencia y Tecnología (FECYT), la cual se encarga de formar profesionales con altos valores humanos y conocimientos técnicos para brindar un apoyo en el desarrollo de nuestro entorno. Existe escasez de motores en nuestro medio que funciona con energías alternativas, que utilizan otros tipos de combustible como fuente primaria de su funcionamiento, tal como el hidrógeno que es un elemento que produce bajos niveles de contaminación y mejora el rendimiento del mismo. Por tal razón esta investigación beneficia a toda la comunidad educativa tales como: el personal docente y los estudiantes de la Especialidad de Mecánica Automotriz, lo que permitirá que todos conozcan y lleven a la práctica la utilización de este tipo de energías alternativas. Para poder realizar este proyecto final se procederá a la construcción de un sistema de electrólisis de agua. Objetivos: Investigar acerca de la electrolisis y sistema de adaptación al motor de gasolina de inyección. Elaborar el sistema de electrolisis para obtener hidrógeno a través del agua. Adaptar el sistema de alimentación de hidrógeno al motor de inyección a gasolina. Realizar pruebas en el dinamómetro de la (Escuela Politécnica Nacional) EPN con el motor de inyección a gasolina antes y después de adaptar el sistema de inyección de hidrógeno. Obtener aumento de potencia y reducción de emisiones de gases contaminantes. Para adaptar este sistema se debe tomar en cuenta algunos parámetros con el fin de asegurar un correcto funcionamiento con este sistema para conseguir buenos resultados como son la reducción de gases contaminantes. Se ha elegido un motor GM 1300 cc para acoplar el sistemas de electrolisis de agua, las características de este motor 4 cilindros, 1300cc, inyección multipunto,

entre otras. Los resultados obtenidos con esta investigación han sido satisfactorios ya que cumplieron con los objetivos considerados, se logró reducir notablemente las emisiones de gases y subir en un porcentaje considerable la potencia de dicho motor.

## **SUMMARY**

**CONSTRUCTION AND ADAPTATION OF A WATER ELECTROLYSIS SYSTEM FOR HYDROGEN INJECTION TO A 1300 DC MOTOR GENERAL MOTORS FOR IMPROVING EFFICIENCY.** The development of this project we perform in the premises of the Northern Technical University counts among its powers with the Faculty of Science and Technology (FECYT), which is responsible for training professionals with high human values and expertise to provide support in the development of our environment. There is a shortage of engines in our alternative energy works, which use other fuels as a primary source of performance, such as hydrogen which is an element that produces low levels of contamination and improves performance. For this reason, this research benefits the entire educational community such as teachers and students of Automobile Mechanical Specialty, allowing everyone to know and put into practice the use of this type of alternative energy. To perform this final project will proceed to the construction of a water system electrolysis. Objectives: Investigate the electrolysis system adaptation and injection petrol engine. Prepare the electrolysis system for hydrogen through water. Adjust the power supply hydrogen fuel injection engine. Perform tests on the dynamometer (National Polytechnic) EPN injection engine with gasoline before and after adapting the hydrogen injection system. Get increased power and reducing greenhouse gas emissions. To adapt this system must take into account some parameters in order to ensure proper operation with this system to achieve good results such as reduction of greenhouse gases. Is chosen GM 1300 cc engine for coupling the water electrolysis systems, the characteristics of this engine 4 cylinders, 1300 cc, multipoint injection, among others. The results obtained from this research have been satisfactory and that met the objectives considered, it was possible to significantly reduce greenhouse gas emissions and move up a considerable percentage of the engine power.

## INTRODUCCIÓN

El tema de investigación presentado fomentará al desarrollo Teórico-práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

La Integración Tecnológica, está estructurada de acuerdo con las especificaciones dispuestas por la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología “FECYT”, de la Universidad Técnica del Norte, por capítulos.

El informe final describe el proceso cumplido que inicia en el capítulo uno con el marco contextual del problema, las generalidades, objetivos y justificación.

El segundo capítulo corresponde al marco teórico que permite aclarar y presentar el contenido científico, partes, especificaciones, técnicas del sistema de adaptación para realizar el proceso de electrolisis. .

El tercer capítulo narra la metodología aplicada durante la ejecución de la investigación.

En el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones obtenidas al realizar y evaluar esta investigación.

En el quinto capítulo se desarrolla la propuesta alternativa el cual complementa la enseñanza teórico-práctica presentada en el Capítulo dos.



## **CAPÍTULO I**

### **1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1. ANTECEDENTES**

Las autoridades docentes y estudiantes mantienen relaciones de cooperación y coordinación en todos los momentos relacionados con el aprendizaje, fomentando la experiencia, habilidad, imaginación, partes claves de la formación de un buen profesional.

Quienes conforman la UTN se encuentran en una constante búsqueda de conocimientos tecnológicos, en especial los futuros profesionales en mecánica automotriz teniendo como misión el reunir las cualidades necesarias para ser insertados a la sociedad y brindar un servicio de calidad a todas las personas que la requieran. El laboratorio de Mecánica Automotriz de la Universidad consta con el espacio físico necesario y a su vez con material didáctico e información de contenidos específicos, para que los estudiantes puedan despejar inquietudes y dudas sobre los contenidos de la carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Existe escasez de motores en nuestro medio que funciona con energías alternativas, que utilizan otros tipos de combustible como fuente primaria de su funcionamiento, tal como el hidrógeno que es un elemento que produce bajos niveles de contaminación y mejora el rendimiento del mismo.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Escasez de motores que funcionan con energías alternativas que produzcan bajos niveles de contaminación.

### **1.4 DELIMITACIÓN**

La investigación se realizó en la “Universidad Técnica del Norte”, escuela de Educación Técnica, especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

#### **1.4.1. Unidades de observación**

**1.4.1.1.-** Escuela de Educación Técnica, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

**1.4.1.2.-** Características del motor General Motors 1.3 cc (motor convencional)

#### **1.4.2 Delimitación Espacial**

Se desarrolló en los Talleres de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, FECYT.

#### **1.4.3 Delimitación Temporal**

El presente proyecto se desarrolla en los seis meses posteriores a la aprobación del tema, para luego ser expuesto ante el jurado asignado por el concejo directivo.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

**CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- a) Investigar acerca de la electrolisis y sistema de adaptación al motor de gasolina de inyección.
- b) Elaborar el sistema de electrolisis para obtener hidrógeno a través del agua.
- c) Adaptar el sistema de alimentación de hidrógeno al motor de inyección a gasolina.
- d) Realizar pruebas en el dinamómetro de la (Escuela Politécnica Nacional) EPN con el motor de inyección a gasolina antes y después de adaptar el sistema de inyección de hidrógeno.
- e) Obtener aumento de potencia y reducción de emisiones de gases contaminantes.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

El motivo principal por el cual se realiza esta investigación es lograr la **CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTRÓLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

Por tal razón esta investigación beneficia a toda la comunidad educativa tales como: las autoridades de la Universidad, el personal docente y los estudiantes de la Especialidad de Mecánica Automotriz, lo que permitirá que todos conozcan y lleven a la práctica la utilización de este tipo de energías alternativas.

Para poder realizar este proyecto final se procederá a la construcción de un sistema de electrolisis de agua.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1 FUNDAMENTOS DE ELECTROLISIS**

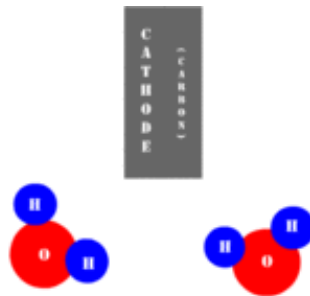
###### **2.1.1 ELECTROLISIS**

**Diccionario de lengua española, 2011.pags; 12-23)** “La electrolisis es el proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad

#### **PROCESO**

- Se aplica una corriente eléctrica continua mediante un par de electrodos conectados a una fuente de alimentaciones eléctricas y sumergidas en la disolución. El electrodo conectado al polo positivo se conoce como ánodo, y el conectado al negativo como cátodo.
- Cada electrodo atrae a los iones de carga opuesta. Así, los iones negativos, o aniones, son atraídos y se desplazan hacia el ánodo (electrodo positivo), mientras que los iones positivos, o cationes, son atraídos y se desplazan hacia el cátodo (electrodo negativo).

FIG 1 ELECTROLISIS DEL AGUA.



Fuente. <http://es.wikipedia.org>

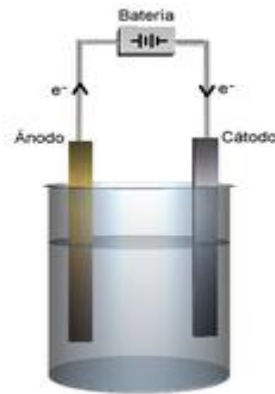
- La manera más fácil de recordar toda esta terminología es fijándose en la raíz griega de las palabras. *Odos* significa camino. Electrodo es el camino por el que van los electrones. *Catha* significa hacia abajo (catacumba, catástrofe). Cátodo es el camino por donde caen los electrones. *Anas* significa hacia arriba. Ánodo es el camino por el que ascienden los electrones. *Ion* significa caminante. Anión se dirige al ánodo y catión se dirige al cátodo. La nomenclatura se utiliza también en pilas. Una forma fácil también de recordar la terminología es teniendo en cuenta la primera letra de cada electrodo y asociarla al proceso que en él ocurre; es decir: en el ánodo se produce la oxidación (las dos palabras empiezan con vocales) y en el cátodo la reducción (las dos palabras comienzan con consonantes).
- La energía necesaria para separar a los iones e incrementar su concentración en los electrodos es aportada por la fuente de alimentación eléctrica.
- En los electrodos se produce una transferencia de electrones entre éstos y los iones, produciéndose nuevas sustancias. Los iones negativos o aniones ceden electrones al ánodo (+) y los iones positivos o cationes toman electrones del cátodo (-).

En definitiva lo que ocurre es una reacción de oxidación-reducción, donde la fuente de alimentación eléctrica se encarga de aportar la energía necesaria.

### 2.1.2 Electrólisis del agua

Si el agua no es destilada, la electrólisis no sólo separa el oxígeno y el hidrógeno, sino los demás componentes que estén presentes como sales, metales y algunos otros minerales (lo que hace que el agua conduzca la electricidad no es el puro  $H_2O$ , sino que son los minerales. Si el agua estuviera destilada y fuera 100% pura, no tendría conductividad.) (fig.2)

FIG 2 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE ELECTRÓLISIS.



Fuente <http://es.wikipedia.org>

Es importante hacer varias consideraciones:

- Nunca deben unirse los electrodos, ya que la corriente eléctrica no va a conseguir el proceso y la batería se sobrecalentará y quemará.
- Debe utilizarse siempre corriente continua(energía de baterías o de adaptadores de corriente), NUNCA corriente alterna (energía del enchufe de la red).
- La electrólisis debe hacerse de tal manera que los dos gases desprendidos no entren en contacto, de lo contrario producirían una mezcla peligrosamente explosiva (ya que el oxígeno y el hidrógeno resultantes se encuentran en proporción estequiométrica).
- Una manera de producir agua otra vez, es mediante la exposición a un catalizador. El más común es el calor; otro es el platino en forma de lana fina o polvo. El segundo caso debe hacerse con mucho cuidado, incorporando cantidades pequeñas de hidrógeno en presencia de oxígeno y el catalizador, de manera que el hidrógeno se queme suavemente, produciendo una llama. Lo contrario nunca debe hacerse.

### 2.1.3 ELECTRICIDAD

**(Gran diccionario enciclopédico siglo XXI, 2001,pags; 35-76)**

“La **electricidad** es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos, por ejemplo los rayos, que son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la



ionósfera y la superficie terrestre (proceso complejo del que los rayos solo forman una parte). Otros mecanismos eléctricos naturales los podemos encontrar en procesos biológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso. Es la base del funcionamiento de muchas máquinas, desde pequeños electrodomésticos hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, y de todos los dispositivos electrónicos. Además es esencial para la producción de sustancias químicas como el aluminio y el cloro.

#### **2.1.4 HIDRÓXIDO DE POTASIO**

**(H. Schultz, 2005; CAP. 3)** “El **hidróxido de potasio** (también conocido como **potasa cáustica**) es un compuesto químico inorgánico de fórmula KOH, tanto él como el hidróxido de sodio (NaOH), son bases fuertes de uso común. Tiene muchos usos tanto industriales como comerciales. La mayoría de las aplicaciones explotan su reactividad con ácidos y su corrosividad natural. Se estiman en 700 000 a 800 000 toneladas la producción de hidróxido de potasio en 2005 (del NaOH se producen unas cien veces más

#### **2.1.5 ACERO INOXIDABLE**

**(glosario del acero)** “En metalurgia, el **acero inoxidable** se define como una aleación de acero con un mínimo de 10% de cromo contenido en masa. El acero inoxidable es un acero de elevada pureza y resistente a la corrosión, dado que el cromo, u otros metales que contiene, posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro (los metales puramente inoxidables, que no reaccionan con oxígenos son oro y platino, y de menor pureza se llaman resistentes a la corrosión, como los que contienen fósforo). Sin embargo, esta capa puede ser afectada por algunos ácidos, dando lugar a

que el hierro sea atacado y oxidado por mecanismos intergranulares o picaduras generalizadas. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes; los principales son el níquel y el molibdeno

### 2.1.6 INYECCIÓN ELECTRÓNICA

**(BOSCH)** “La **inyección electrónica** es una forma de inyección de combustible, tanto para motores de gasolina, en los cuales lleva ya varias décadas implantadas, como para motores diesel, cuya introducción es relativamente más reciente.

FIG. 3 INYECTORES, CON SU RAMPA DE ALIMENTACIÓN



Fuente: es.wikipedi.org

Se puede subdividir en varios tipos (monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero básicamente todas se basan en la ayuda de la electrónica para dosificar la inyección del carburante y reducir la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo.

Este sistema ha reemplazado al carburador en los motores de gasolina. Su introducción se debió a un aumento en las exigencias de los organismos de control del medio ambiente para disminuir las emisiones de los motores.

En los motores diésel ha sustituido a la bomba inyectora, con inyectores mecánicos, por una bomba de alta presión con inyectores electrohidráulicos.

Su importancia radica en su mejor capacidad respecto al carburador para dosificar el combustible y dosificar la mezcla aire / combustible, es decir el factor lambda de tal modo que quede muy próxima a la estequiométrica (14,7:1 para la gasolina), es decir factor lambda próximo a 1 lo que garantiza una muy buena combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera. La relación estequiométrica es la proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa de todo el combustible.

#### **2.1.6.1 LA FUNCIÓN DE LA INYECCIÓN EN LOS MOTORES DE GASOLINA ES:**

- Medir el aire del medio ambiente que es aspirado por el motor, controlado por el conductor mediante la mariposa, en función de la carga motor necesaria en cada caso, con objeto de adaptar el caudal de combustible a esta medición y conforme al régimen de funcionamiento del motor
- Dosificar mediante inyección la cantidad de combustible requerida por esta cantidad de aire, necesaria para que la combustión sea lo más completa posible, es decir guardando en la medida de lo posible la proporción estequiométrica, dentro de los límites del factor lambda.

- Completar la función de la combustión junto con el Encendido del motor

En los motores diesel, regular la cantidad de gasolina inyectado en función de la carga motor (pedal acelerador), sincronizándolo con el régimen motor y el orden de encendido de los cilindros. En el caso del motor diesel la alimentación de aire no es controlada por el conductor, sólo la de combustible. Consta fundamentalmente de sensores, una unidad electrónica de control y actuadores o accionadores.

#### **2.1.6.2 FUNCIONAMIENTO EN INYECCIÓN GASOLINA**

El funcionamiento se basa en la medición de ciertos parámetros de funcionamiento del motor, como son: el caudal de aire, régimen del motor (estos dos son los más básicos), y son los que determinan la carga motor, es decir la fuerza necesaria de la combustión para obtener un par motor, es decir una potencia determinada.

Por otra parte hay que suministrar el combustible a unos 2,5 - 3,5 bar a los inyectores, esto se logra con una bomba eléctrica situada a la salida del depósito o dentro del mismo.

Adicionalmente se toman en cuenta otros datos, como la temperatura del aire y del refrigerante, el estado de carga (sensor MAP) en los motores turboalimentados, posición de la mariposa y cantidad de oxígeno en los gases de escape (sensor EGO o Lambda), entre otros.

Estas señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los actuadores (inyectores) que controlan la inyección de combustible y a otras partes del motor para

obtener una combustión mejorada, teniendo siempre en cuenta las proporciones aire/combustible, es decir el factor lambda.

El sensor PAM o MAP (*Presión Absoluta del Múltiple o Colector*) indica la presión absoluta del múltiple de admisión y el sensor EGO (*Exhaust Gas Oxygen*) o "Sonda lambda" la cantidad de oxígeno presente en los gases de combustión. Este sistema funciona bien si a régimen de funcionamiento constante se mantiene la relación aire/combustible, es decir el factor lambda cercana a la estequiométrica (factor lambda = 1). Esto se puede comprobar con un análisis de los gases de combustión, pero al igual que los sistemas a carburador, debe proveer un funcionamiento suave y sin interrupciones en los distintos regímenes de marcha.

Estos sistemas desde hace algún tiempo tienen incorporado un sistema de autocontrol o autodiagnóstico que avisa cuando algo anda mal, además existe la posibilidad de realizar un diagnóstico externo por medio de aparatos de diagnóstico electrónicos que se conectan a la unidad de control de inyección y revisan todos los parámetros, indicando aquellos valores que estén fuera de rango.

La detección de fallas, llamados "DTC" (*Diagnostic Trouble Codes*) debe realizarla personal especializado en estos sistemas y deben contar con herramientas electrónicas de diagnóstico también especiales para cada tipo de sistema de inyección.

La reparación de estos sistemas se limita al reemplazo de los componentes que han fallado, generalmente los que el diagnóstico electrónico da como defectuosos.

Los sistemas de inyección electrónicos no difieren de los demás, respecto a las normas de seguridad ya que manipula combustible o mezclas explosivas. Lo mismo para el cuidado del medio ambiente, se debe manipular con la precaución de no producir derrames de combustible.

### **2.1.6.3 FUNCIONAMIENTO EN INYECCIÓN DIÉSEL**

En este caso la diferencia mayor está en la presión de combustible, la cual puede oscilar entre 400 y 2000 bar, según los requerimientos del motor en cada momento. Esto se logra con una bomba mecánica de alta presión accionada por el motor. Por otra parte el control de los inyectores es electrónico, aunque la operación es hidráulica, mediante unas válvulas diferenciales en el interior del inyector. En este caso mucho más que en el motor de gasolina la limpieza del combustible y la ausencia de agua del mismo son esenciales. Para ello hay un filtro con separador de agua incluido.

Los datos esenciales para regular el combustible son: el régimen motor (para sincronizarlo con el funcionamiento de las válvulas y generar el orden de inyección requerido por el número de cilindros del motor) y la posición del pedal de acelerador. En los motores diésel, al no haber mariposa, el aire no es regulado por el conductor y por tanto no es medido para esta función, sino para la regulación de un tipo de contaminante (el óxido de nitrógeno NOx)

### **2.1.6.4 INYECTORES**

Una de las piezas más importantes en el sistema de inyección de combustible es el inyector. Este es el encargado de hacer que el combustible sea introducido en el múltiple (colector) de admisión o dentro

del cilindro según sea el caso. En los motores diésel que llevaban inyección mecánica por bomba inyectora en línea, la apertura del inyector era comandada por una leva y el cierre se hacía mediante un resorte, la carrera de inyección era regulada por una cremallera que se mueve según la posición del regulador de caudal, que depende del acelerador y del régimen del motor.

En la actualidad se ha reemplazado el sistema de leva - cremallera y se ha optado por un sistema electrónico para poder abrir más o menos tiempo y con más o menos presión el inyector y así regular la cantidad de combustible que ingresará en el cilindro.

En lugar de ellos se utiliza un solenoide que al hacerle pasar una determinada cantidad de corriente durante un tiempo controlado generará un campo magnético el cual moverá la aguja del inyector. Para regular la cantidad de corriente que se manda al solenoide distintos sensores toman parámetros que son procesados en una central computarizada y ésta es la que calcula la cantidad de corriente eléctrica enviada para poder mantener una relación estequiométrica entre el aire/combustible (aproximada de 14,7 a 1 en motores de gasolina).

En los motores diésel no hay proporción estequiométrica, siempre se trabaja con exceso de aire (entre 20 a 1 y 50 a 1) ya que no hay mariposa y la potencia se regula regulando el caudal, de modo proporcional al pedal acelerador y al régimen.

Los parámetros más importantes que se toman para el motor de gasolina son:

RPM del motor (para sincronizar con el funcionamiento de los 4 tiempos y el orden de los cilindros)

Cantidad de aire que entra al motor (para ajustar la gasolina proporcionalmente a la mezcla estequiométrica)

**Parámetros secundarios:**

Posición del acelerador, (Para ajustar posiciones de ralentí y plena carga, en que la mezcla es un poco más rica que a estequiométrica, por ej. 13 a 1. Además de esto, para enriquecer temporalmente la mezcla si la aceleración es "nerviosa" por parte del conductor, y para cortar la inyección si el vehículo está rodando, teniendo el conductor el pie levantado, por ejemplo cuesta abajo. Con esto se consigue un ahorro significativo de combustible);

Temperatura del líquido refrigerante (para arranque en frío)

Composición de los gases de escape mediante la sonda Lambda, entre otros.

De esta forma se producen los siguientes beneficios:

Regular la cantidad de combustible que ingresa al cilindro de forma más precisa,

Mantener una relación estequiométrica entre el combustible/aire, no importa si varían factores externos como por ejemplo temperatura del aire o composición del mismo estando a por ejemplo 1500 metros sobre el nivel del mar o en el llano,

Mayor ahorro de combustible,

Menor contaminación ambiental,

Motores con mayor momento par y por tanto potencia, por lo tanto mejores prestaciones, entre otras.



#### **2.1.6.5 LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE ES CONSECUENCIA DE LAS EMISIONES GASEOSAS TANTO DE FUENTES MÓVILES COMO FIJAS.**

**(Gases contaminantes)** “En el mundo se incorporan anualmente cientos de miles de vehículos al parque automotor. Si a esto le sumamos los vehículos que ya están circulando, se produce una acumulación significativa de fuentes de emisión de contaminantes gaseosos. Esta significativa cantidad está originando un proceso de contaminación atmosférica mucho mayor de lo que se cree.

Uno de los controles que se realizan en la Verificación Técnica es la medición de la cantidad de productos contaminantes que emite su automóvil, ya que este funcione con nafta o a gasoil.

Usualmente se piensa que si los gases de escape no son un humo negro o azulado, la combustión del motor es la correcta, y no siempre es así. Por esta razón es que se hace imprescindible realizar el análisis de los gases de escape con el instrumental adecuado a cada tipo de combustible y no podemos guiarnos por el color" o el "olor" del humo y mucho menos por el "sonido" del motor.

Se han verificado algunos avances con respecto a estas emisiones gaseosas ya que las naftas disponibles son de mayor calidad y casi no contienen plomo (altamente contaminante). Los nuevos automóviles disponen de catalizadores que combinados a la utilización de naftas sin plomos, pueden mejorar notablemente la calidad del aire. Es importante señalar que los vehículos que funcionan con gas natural (GNC), que casi no producen emisiones contaminantes”.

#### 2.1.6.6 CONTAMINANTES

**Monóxido de carbono (CO):** Es un gas letal, altamente tóxico, inodoro, incoloro e insípido, lo que demuestra su alta peligrosidad debido a que no lo detectamos por nuestros sentidos. De ser inhalado, reduce a la sangre la capacidad de absorber oxígeno. El monóxido de carbono se produce por la combustión incompleta del combustible (falta de oxígeno en la mezcla). También se puede observar su presencia bien regulada con buenas condiciones de funcionamiento.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Es el principal agente productor del efecto invernadero provocando el calentamiento global del planeta, que traerá aparejadas consecuencias catastróficas si la humanidad no logra ponerle límite.

**Hidrocarburos (HC):** Son subproductos de una combustión incompleta (o sea, evacuación de combustible sin quemar). En determinadas situaciones se verifica la presencia de HC, tales como en la puesta en marcha del motor frío, debido a la baja temperatura de las paredes del cilindro que hace necesario el enriquecimiento de la mezcla. Tienen un olor característico, son fácilmente detectables por el olfato y son componentes cancerígenos.

#### 2.1.6.7. OTROS ELEMENTOS CONTAMINANTES SON:

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** Se denominan en general (NO<sub>x</sub>). Aparecen debido a la combinación del nitrógeno presente en el aire (casi el 80%) con el oxígeno (O<sub>2</sub>) a altas temperaturas (1300° C) y presiones, produciendo monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

**Monóxido de nitrógeno (NO):** No tiene color, pero en contacto con el oxígeno de la atmósfera se forma un dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) de color castaño que ataca el sistema respiratorio. Son muy perjudiciales para el medio ambiente pues son uno de los causales de las lluvias acidas.

**Óxidos de azufre (SOX):** Presentes en gases de escape de motores diésel, debido al alto porcentaje de azufre presente en el gasoil, fundamentalmente el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que es otro de los "culpables" de la lluvia acida.

**Partículas de carbono:** Fundamentalmente en la emisión de gases en motores diesel (de ahí el característico color negro del humo en vehículos gasoleros) son muy nocivos para el sistema respiratorio y también son cancerígenos.

**SI TODOS PENSAMOS QUE "MI AUTO ES UN GRANITO DE ARENA EN EL MUNDO" TARDE O TEMPRANO EL MUNDO SERÁ UN DESIERTO.**

#### **2.1.6.8 DAÑOS QUE PRODUCEN LOS GASES DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

- HC (hidrocarburos sin quemar) es un agente cancerígeno y produce daños respiratorios.
- CO (monóxido de carbono), altamente tóxico. Bloquea el transporte de oxígeno por parte de los glóbulos rojos.
- NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) causante de la lluvia ácida.
- CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) causa el efecto invernadero.

- Otros gases N<sub>2</sub> (nitrógeno), O<sub>2</sub> (oxígeno), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre)

### 2.1.7 POR QUÉ INSTALAR UN GENERADOR DE HIDRÓGENO

**(ambiente y soluciones)**Creo que el agua algún día será empleada como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno, los cuales la constituyen, usados en forma individual o conjunta, originarán una fuente inagotable de calor y luz”.

Ese sueño se ha convertido hoy en una realidad en la vida cotidiana de millones de personas. Usamos agua para producir hidrógeno y oxígeno gaseosos combustibles sobre demanda y los usamos de inmediato en la combustión interna de su vehículo, sustituyendo una parte del uso del combustible fósil normal de su vehículo y sinergizando el resto. Usted ahorra combustible y contamina mucho menos.

Por cada litro de combustible fósil que usted ahorra, usted ayuda con casi 2 Kg de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) menos de emisión a la atmósfera.

Así de fácil, así de sencillo.

La próxima vez que ponga gasolina a su automóvil multiplique los litros cargados por 7 y esa será la cantidad de metros cúbicos aproximados de aire de atmósfera que contaminará con cerca de 300 ppm (partes por millón) de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) al quemar el combustible.

Este nivel (300 ppm) en la atmósfera, nunca en la historia del planeta, ¡había sido rebasado!

Lo más crítico es que como las emisiones no son visibles ante nuestros ojos, las ignoramos y no somos conscientes de su real presencia, pero

están ahí realmente y se manifiestan ante nosotros en tragedias climáticas que si vemos, sentimos y nos cuestan valiosas vidas humanas y destrucción de nuestro hábitat, esperamos que esto aclare la gravedad de la situación actual de la atmósfera del planeta.

### **2.1.7.1 CÓMO FUNCIONA UN GENERADOR DE HIDRÓGENO**

Aquí comentaremos de manera simple como nuestros sistemas funcionan en transformar el agua (H<sub>2</sub>O) en hidrogeno (H<sub>2</sub>) y oxigeno (O<sub>2</sub>) gaseosos y combustibles. Iniciemos con el agua, esta deberá estar limpia, (del grifo), filtrada o destilada.

Un generador de hidrógeno produce tanto hidrogeno como oxigeno simultáneamente a través del proceso de "electrolisis"

El proceso de hidrólisis es un proceso natural del universo por lo que no es posible patentarlo

Cuando el agua es sometida a la electricidad, llamémosle corriente/voltaje (preferentemente dc-corriente directa), el agua tiene la propiedad de excitarse y separarse en sus elementos primarios hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno y oxígeno producidos están ahora en su estado gaseoso derivado del agua líquida, lo cual se ha definido por otros como que los dos elementos se han separado el uno del otro en su estado molecular biatómico.

Hay personas que dicen que se usa más energía para producir el hidrógeno que la energía que libera. Nada más erróneo y apartado de la realidad, de hecho ya hay miles de generadores hidrógeno disponibles y en uso actualmente en el mundo. Usted puede producir hidrógeno con tan solo 1.5 volts dc y un ampere de corriente. No es solo la forma de

cómo esto es hecho sino la forma en la cual el generador de hidrógeno está configurado para permitir una útil producción con mínima utilización de potencia. Usted puede insertar dos cables desnudos en una tina de agua y electrolito y producir una pequeña cantidad de hidrógeno con tan solo poner una pequeña cantidad de corriente directa (dc) a través de los alambres.

El principio es el de tratar de producir tanto como sea posible de hidrógeno con la menor cantidad de energía eléctrica de suministro. En realidad, una vez que el generador de hidrógeno ha sido cargado, este actúa como una batería de celda húmeda. El generador mantiene una carga de 1.5 a 2 volts dc y puede operar cuando es activado por el interruptor de potencia apagado, hasta que el gas hidrógeno suspendido y remanente es retirado. El interruptor de potencia es primariamente usado para mantener la carga en el generador de hidrógeno.

Lo que nosotros hacemos es succionar el combustible gaseoso hidrógeno producido por el generador, por el vacío generado por el motor del vehículo y alimentamos los gases combustibles hidrógeno directamente en las cámaras de combustión del motor a través del colector de admisión y el ahogador. El sistema es un sistema "sobre demanda" y "no" un sistema presurizado de almacenaje, el generador de hidrógeno solo produce lo que la misma máquina o motor del vehículo requiere. El motor de cualquier vehículo funciona primariamente como una bomba de aire, pues la relación de aire combustible ronda la relación de 14.2 a 14.9 a 1, siendo la ideal 14.7 partes de aire por 1 de combustible.

Actualmente se obtienen de entre un 15% a un 45% de ahorro de combustible ante todo y como cosa más importante, un gas de escape

inodoro. Con un contenido de CO<sub>2</sub> en las emisiones disminuidas de manera drástica, cerca de un 60 %, las emisiones de NO<sub>2</sub> venenoso bajan casi a 0.

### **¿Porque vapor en lugar de agua?**

Porque la gasolina o diésel (que son hidrocarburos combustibles) producen suficiente calor durante la combustión para mantener el hidrógeno quemado en un estado de vapor de agua, de forma que se condensara totalmente en agua fuera del sistema de escape (eliminando cualquier corrosión interna del motor)

Ahora su siguiente pregunta podría ser, ¿por qué los fabricantes de automóviles u otras grandes corporaciones no utilizan esta tecnología tan básica?

Respuesta: Porque va en contra de su modelo de negocio.

Esta tecnología ha estado disponible desde mediados de los 1800's.

Antes incluso del despegue de la revolución industrial y el uso real del petróleo y el carbón como fuentes de potencia para nuestras fábricas y vehículos. Pero el petróleo y el carbón eran tecnologías más fáciles y materiales más fáciles de conseguir y baratos.

Pero ya no es así, así que si se puede ganar en desempeño, mejor eficiencia de combustible, un costo menor en la bomba de la estación de combustible y adicionalmente contaminar menos.

Hay que reaccionar. Ahora, ¿qué es lo que usted hará al respecto?

La decisión es suya.

El respeto, el cuidado y la gentileza con los cuales cada humano tratemos a este hermoso planeta tierra, constituyen nuestro derecho como humanidad para habitarlo, al no cumplir con esta responsabilidad de cada humano en lo individual y lo grupal, perdemos el derecho de habitarlo, seamos conscientes de ello.

#### **2.1.7.2 MENOS CONSUMO, MÁS POTENCIA, MENOS CONTAMINACIÓN Y MÁS KILOMETROS DE VIDA.**

En la mayoría de los casos se obtiene entre un 15 y un 25 % de economía en un motor diésel y entre un 20 y un 30 % de economía en un motor a gasolina. Aumenta la eficiencia y por lo tanto da más potencia a su motor. Con nuestro producto, podrá reducir drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub> y el efecto invernadero.

#### **2.1.7.3 EN SU MOTOR, LOS BENEFICIOS SERÁN:**

- Reducción y limpieza de carbón y carbonilla
- Reducción de la temperatura en el motor
- Aumento del tiempo de vida del mismo
- Menos ruido del motor debido al efecto del hidrógeno en la combustión

#### **2.1.7.4 BENEFICIOS**

El gas incorpora el hidrógeno como combustible y el oxígeno como comburente (oxidante); por lo tanto no necesita del aire exterior para



producir la combustión. El hidrógeno generado se introduce al motor por la admisión aprovechando la aspiración o vacío que el motor produce, se combina con la gasolina o gasóleo dependiendo del tipo motor; en las cámaras de combustión de cada cilindro, se quema conjuntamente con el combustible utilizado y el aire aspirado por el motor. Esta mezcla es más eficiente que la combustión del combustible primitivo, debido a esta eficacia, se obtiene un rendimiento del motor más elevado, una gran reducción de las emisiones contaminantes y una refrigeración del motor adicional; debido a la presencia del vapor de agua (único residuo del HHO), que es expulsado por la tubería de escape al exterior limpiando incluso el convertidor catalítico.

Con el proceso anterior se puede deducir que se produce un ahorro de combustible elevado; debido al rendimiento obtenido.

El generador de hidrógeno solo produce el gas que el motor necesita (gas a demanda), no acumula este gas en depósitos a alta presión, consiguiendo niveles de seguridad muy altos.

El generador que se va a construir, funciona con cualquier sistema de inyección electrónica; así como con sistemas de carburación y aprovecha los sistemas de seguridad de la inyección; como la desconexión automática si no se produce el arranque.

Gracias a la calidad del diseño y de los materiales empleados se ha obtenido un generador con alta producción de hidrógeno y una gran durabilidad que puede ofrecerle un largo periodo de servicio con un mínimo mantenimiento llenado depósito cada 700-900 km y (limpieza de la célula generadora una vez al año, recomendado) con lo cual su satisfacción está asegurada.

El ahorro energético suele llegar al 20% - 30% o más en un motor diesel y un 30%-40% o más en un motor gasolina (dependiendo del tipo de motor y de su estado).

## **2.2 POSICIONAMIENTO TEÓRICO GLOBAL**

La electrolisis es un proceso químico al que se somete el agua mediante el cual separamos el oxígeno y el hidrógeno, de estos elementos químicos que utilizaremos es el hidrógeno para mediante la inyección de este al sistema de admisión poder mejorar la potencia del motor, la implementación de esta energía alternativa dará paso a un mejor rendimiento del motor, a un ahorro económico y un beneficio al medio ambiente.

El agua que consta de dos elementos H y O al aplicar energía en forma de electricidad los elementos proceden a separarse.

Alrededor del polo negativo se forma hidrógeno, alrededor del polo positivo se forma oxígeno.

Se verá mayor desprendimiento de burbuja del polo negativo puesto que de él se desprende más hidrógeno que oxígeno, de la relación se desprenderá el doble de hidrógeno que de oxígeno.

Si a este proceso se le añade algo de hidróxido de potasio mejora la conductividad del agua y se desprenderá mayor cantidad de burbujas logrando así el mejoramiento del sistema de electrolisis y consecuencia de esto mejora la potencia del motor.

## 2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

**Ácido.** Toda sustancia que en solución puede donar protones. El papel tornasol azul se vuelve rojo al humedecerlo con una solución ácida.

**Aislante.** Material que tiene la propiedad de impedir la pérdida de calor o de electricidad. También se refiere al material que no deja pasar las radiaciones. El plomo es un buen aislante de los rayos X..

**Anión.** Especie química cargada negativamente debido a que presenta exceso de electrones. Los aniones son atraídos por el ánodo o electrodo (+).

**Antipartícula.** Partícula con propiedades idénticas a las de su partícula correspondiente, pero con carga, paridad y dirección magnética opuestas.

**Atmósfera.** Unidad de presión igual a 101.325 pascals. Equivalen a 760 mmHg. La presión atmosférica disminuye con la altura. (1 mmHg = 1 torr.)

**Átomo.** Unidad básica, constitutiva de los elementos químicos, compuesta por un núcleo con protones, neutrones y electrones, en número igual a los protones, que se mueven alrededor del núcleo.

### B

**Base.** Toda sustancia que en solución acuosa puede recibir protones. El papel tornasol rojo se vuelve azul cuando se humedece con una solución básica.

## C

**Calor.** Forma de propagación de la energía que se transfiere entre dos cuerpos como resultado de una diferencia de temperatura. El calor fluye del cuerpo más caliente hacia el más frío.

**Catión.** Especie química con carga positiva. Se denomina así porque en presencia de un campo eléctrico se dirige hacia el cátodo o electrodo negativo (-).

**Cátodo.** Electrodo en el que se produce la reducción. Por ejemplo, si en un electrodo de cobre se verifica la semireacción  $\text{Cu}_2^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ , el cobre metálico equivale al cátodo.

**Celda electrolítica.** Celda en la que una corriente eléctrica que proviene de una fuente externa produce una reacción química de óxido-reducción. El proceso se denomina electrólisis.

**Conductividad.** Facilidad relativa con la que se transmite el calor o la electricidad a través de un medio. Las soluciones de electrolitos fuertes conducen la corriente eléctrica muy bien.

## D

**Disolución.** Proceso que consiste en mezclar una sustancia con un solvente apropiado hasta que se disuelva. A veces se calienta para agilizar la operación. El componente de interés se solubiliza en el solvente.

## E

**Electricidad.** Forma de energía que se manifiesta por el flujo de electrones a través de un conductor. A partir de una corriente eléctrica se puede producir una reacción química o viceversa.

**Electrodos.** Placas o terminales metálicas de un tubo de descarga. El electrodo negativo se denomina cátodo y el positivo ánodo.

**Electrólisis.** Producción de un cambio químico por medio de una corriente eléctrica. La electrólisis se lleva a cabo en una celda o cuba electrolítica.

**Electrolito.** Sustancia que en solución tiene la propiedad de disociarse, total o parcialmente, en iones. Si hay disociación total se denomina electrolito fuerte, en caso contrario se llama débil.

## **F**

**Fusión.** Transformación de un sólido en un líquido. La fusión corresponde un proceso endotérmico y la temperatura a la que ocurre se denomina temperatura de fusión.

## **H**

**Hidróxido.** Compuesto metálico que contiene el grupo -OH (grupo hidroxilo) enlazado al átomo de un metal. Los hidróxidos de los metales son básicos.

## **V**

**Voltaje.** Diferencia de potencial entre dos puntos. El potencial en un punto de un campo electrostático se define como la energía potencial por unidad de carga. El voltaje se mide en voltios (V)

## 2.4 SUBPROBLEMAS/ INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál será el beneficio que aportaremos a los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz con la adaptación de un sistema de electrolisis a un motor a gasolina?

¿Cómo elaborar un diseño didáctico para conseguir un beneficio de carácter intelectual para los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

## 2.5.- MATRIZ CATEGORIAL

CATEGORÍA	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES
Gases contaminantes	Los principales son óxidos de Azufre, los óxidos de Nitrógeno, los hidrocarburos (CxHy), el monóxido de carbono (CO) y el anhídrido carbónico (CO <sub>2</sub> ), entre otros; también llamados contaminantes primarios	Los principales focos de contaminación de los automóviles y fuentes fijas como fábricas	Reducción de gases contaminantes Sustitución de los combustibles tradicionales Uso de nuevas energías alternativas

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipos de Investigación.

La presente investigación es de tipo **documental** por que se utilizará libros, documentos, fichas técnicas las cuales nos ayudará a recolectar la información necesaria para poder desarrollar en forma correcta y adecuada el proyecto práctico de investigación.

**Argumentativa** (exploratoria). Pues trata de probar que algo es correcto o incorrecto, deseable o indeseable y que requiere solución. Discute consecuencias y soluciones alternas, y llega a una conclusión crítica después de evaluar los datos investigados.

La presente investigación es de tipo **práctico** ya que este proyecto servirá como material didáctico para las futuras generaciones de nuestra carrera en la universidad.

#### 3.2. Métodos.

Para la siguiente investigación se utilizará los siguientes métodos:

**Empíricos:**

### **3.2.1. La recolección de información**

Para la recolección de información nos basamos en varios manuales y libros de mecánica a más de la Web, ya que estas fueron nuestras fuentes de información referente a nuestro tema de investigación.

**Teóricos:**

### **3.2.2. Científico**

Este método es el conjunto de reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo nuestra investigación cuyos resultados sean aceptados como validos por la comunidad científica.

### **3.2.3. Analítico.-**

Este método fue de mucha importancia en la medida que realizamos el análisis no solamente de aspectos teóricos, científicos, sino también de los resultados o productos que se lograron en el proceso investigativo de este proyecto.

### **3.2.4. Sintético.-**

La gran variedad de información teórica que obtuvimos necesariamente se debió sintetizar, sin que por ello pierda su valor, calidad y didáctica.



### **3.2.5. Inductivo.-**

Este método nos permitió llegar a conclusiones de carácter general, sobre la base de un proceso que parte del estudio de hechos particulares al analizar las encuestas.

### **3.2.7. Deductivo.-**

Este método aplicamos partiendo de hechos generales, luego de realizar un proceso investigativo, llegando a determinar, evaluar y emitir juicios de valor de aspectos particulares al aplicar las conclusiones sobre nuestro tema de investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA, ANALISIS E**

#### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

##### **4.1 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

**CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTRÓLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

###### **4.1.1. CONSIDERACIONES Y REQUERIMIENTOS**

Para adaptar este sistema se debe tomar en cuenta algunos parámetros con el fin de asegurar un correcto funcionamiento con este sistema para conseguir buenos resultados como son la reducción de gases contaminantes.

Se ha elegido un motor GM 1300 cc para acoplar el sistemas de electrolisis de agua, las características de este motor 4 cilindros, 1300cc, inyección multipunto, entre otras.

## 4.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

### 4.1.2.1. PLACAS O ELECTRODOS

Los electrodos son utilizados para hacer contacto en partes no metálicas de un circuito.

En este caso hemos utilizado un electrodo de acero inoxidable que es un sustituto de los metales puros y es un buen conductor eléctrico.

Figura: 4 PLACAS O ELECTRODOS



Fuente: de los autores

Las placas fueron perforadas en dos partes para la circulación del agua y el gas.

#### 4.1.2.2. HIDRÓXIDO DE POTASIO

Figura: 5 HIDRÓXIDO DE POTASIO



FUENTE: <http://es.wikipedia.org>

Es una sal utiliza en la preparación de electrolito la cual al diluirla con agua hace que esta tenga conductividad eléctrica.

#### 4.1.2.3. ELECTROLITO

El electrolito es una sustancia que sirve como conductor eléctrico y que contiene iones libres también se les conoce como sustancia iónica o disolución.

La disolución fue hecha en 1000 mililitros de agua mas 20 gramos de hidróxido de potasio o potasa caustica

#### 4.1.2.4. CÉLULAS O CELDAS ELECTROLÍTICAS

Se denomina así al dispositivo utilizado para la descomposición de sustancias ionizadas mediante la corriente eléctrica.

Figura. 6 CÉLULAS O CELDAS ELECTROLÍTICAS



Fuente: de los autores

El número de placas por célula es de 21:

3 negativas. -

2 positivas. +

16 neutras. n

Las placas van dispuestas de la siguiente manera:

-nnnn+nnnn-nnn+nnnn-

#### 4.1.2.5. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA

Figura: 7 ADAPTACIÓN DEL SISTEMA



Fuente: de los autores

Se lo hace conectando la manguera que sobresale de depósito de electrolito a la admisión del motor ya que el agua es intercambiada por gas para el proceso.

Para su respectiva generación las células son conectadas a dos baterías en serie que dan un total de 24 V.

Es necesario tener en cuenta que si se va a dejar de usar el sistema por un tiempo considerable, se debe vaciar totalmente el sistema ya que este puede llegar a oxidarse.

#### 4.2.- RESULTADOS DE TORQUE, POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES SIN EL SISTEMA DE ELECTROLISIS

Para realizar las pruebas se tendrá en cuenta algunos valores ambientales (**TABLA Nro. 1**) como:

Temperatura del ambiente

Temperatura del aire aspirado

Humedad relativa del aire

Presión de aire

Presión del vapor

**Tabla Nro. 1 VALORES AMBIENTALES**

1	<b>Temp. ambiente</b>	22.0 °C
2	<b>Temp. aire aspirado</b>	17.0 °C
3	<b>Humedad relativa del aire</b>	55.0 %
4	<b>Presión de aire</b>	737.8 hPa
5	<b>Presión del vapor</b>	14.5 hPa

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

Para la medición de los parámetros del motor de combustión interna se dispone de un dinamómetro y un analizador de gases en los laboratorios de la EPN.

#### 4.2.1. DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE TORQUE POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES SIN EL SISTEMA DE ELECTROLISIS

Al motor de combustión se lo realizó 1 pruebas de torque, potencia (**TABLA Nro. 2**), 2 pruebas de emisión de gases (**TABLAS Nro. 3 y 4**) sin el sistema de electrolisis.

#### 4.2.2. TORQUE Y POTENCIA

**TABLA Nro. 2** Resultados de las pruebas de torque y potencia

prueba	Pot. Norma l	Pot. motor	Pot. ruedas	Pot. arrastre	Pot. Max.	Par. 1	Par. Max.	Rpm Max.
1	37.2 KW	35.3 KW	18.1 KW	17.2 KW	5520 U/mi n	73. 1 Nm	4550 U/mi n	5675 U/mi n

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.



#### 4.2.3. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES

**TABLA Nro. 3** Resultados de las pruebas de emisión de gases contaminantes **Nro. 1**

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.01	11.90	0.01	15	5.08	130	1.299	810
<b>MED 2</b>	0.01	14.50	0.01	9	0.47	69	1.022	2780
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**TABLA Nro. 4** Resultados de las pruebas de emisión de gases contaminantes. **Nro. 2**

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.01	12.70	0.01	4	2.86	6	1.157	800
<b>MED 2</b>	0.01	14.60	0.01	4	0.28	85	1.013	2880
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

### 4.3.- RESULTADOS DE TORQUE, POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES CON EL SISTEMA DE ELECTROLISIS

Para realizar las pruebas se tendrá en cuenta algunos valores ambientales (**TABLA Nro. 5**) como:

Temperatura del ambiente

Temperatura del aire aspirado

Humedad relativa del aire

Presión de aire

Presión del vapor

**TABLA Nro. 5 VALORES AMBIENTALES**

1	<b>Temp. Ambiente</b>	22.4 °C
2	<b>Temp. aire aspirado</b>	16.5 °C
3	<b>Humedad relativa del aire</b>	50.9 %
4	<b>Presión de aire</b>	737.3 hPa
5	<b>Presión del vapor</b>	13.8 hPa

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

Para la medición de los parámetros del motor de combustión interna se dispone de un dinamómetro y un analizador de gases en los laboratorios de la EPN.

#### 4.3.1. DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE TORQUE POTENCIA Y EMISIÓN DE GASES CON EL SISTEMA DE ELECTROLISIS

Al motor de combustión se lo realizo 1 pruebas de torque, potencia (TABLA Nro. 6), 2 pruebas de emisión de gases (TABLA Nro. 7 y 8) con el sistema de electrolisis.

#### 4.3.2. TORQUE Y POTENCIA

**TABLA Nro. 6** Resultados de las pruebas de torque y potencia

prueba	Pot. Norma	Pot. motor	Pot. ruedas	Pot. arrastre	Pot. Max.	Par. 1	Par. Max.	Rpm Max.
1	38.5 KW	36.5 KW	19.4 KW	17.1 KW	5505 U/min	75. 6 Nm	2910 U/min	5680 U/min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

### 4.3.3. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES

**TABLA Nro. 7** Resultados de las pruebas de emisión de gases contaminantes **Nro.1**

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.00	12.20	0.00	7	3.50	1	1.206	810
<b>MED 2</b>	0.00	14.70	0.00	4	0.14	0	1.006	2760
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**TABLA Nro. 8** Resultados de las pruebas de emisión de gases contaminantes **Nro.2**

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.00	12.40	0.00	3	3.38	3	1.191	800
<b>MED 2</b>	0.00	14.70	0.00	2	0.15	0	1.007	2930
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**4.4. TABLAS COMPARATIVAS DE TORQUE (TABLA Nro. 9) Y POTENCIA (TABLA Nro. 10)**

**TABLA Nro. 9** Prueba de torque y potencia sin el sistema de electrolisis

prueba	Pot. Normativa	Pot. motor	Pot. ruedas	Pot. arrastre	Pot. Max.	Par. 1	Par. Max.	Rpm Max.
1	37.2 KW	35.3 KW	18.1 KW	17.2 KW	5520 U/min	73.1 Nm	4550 U/min	5675 U/min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

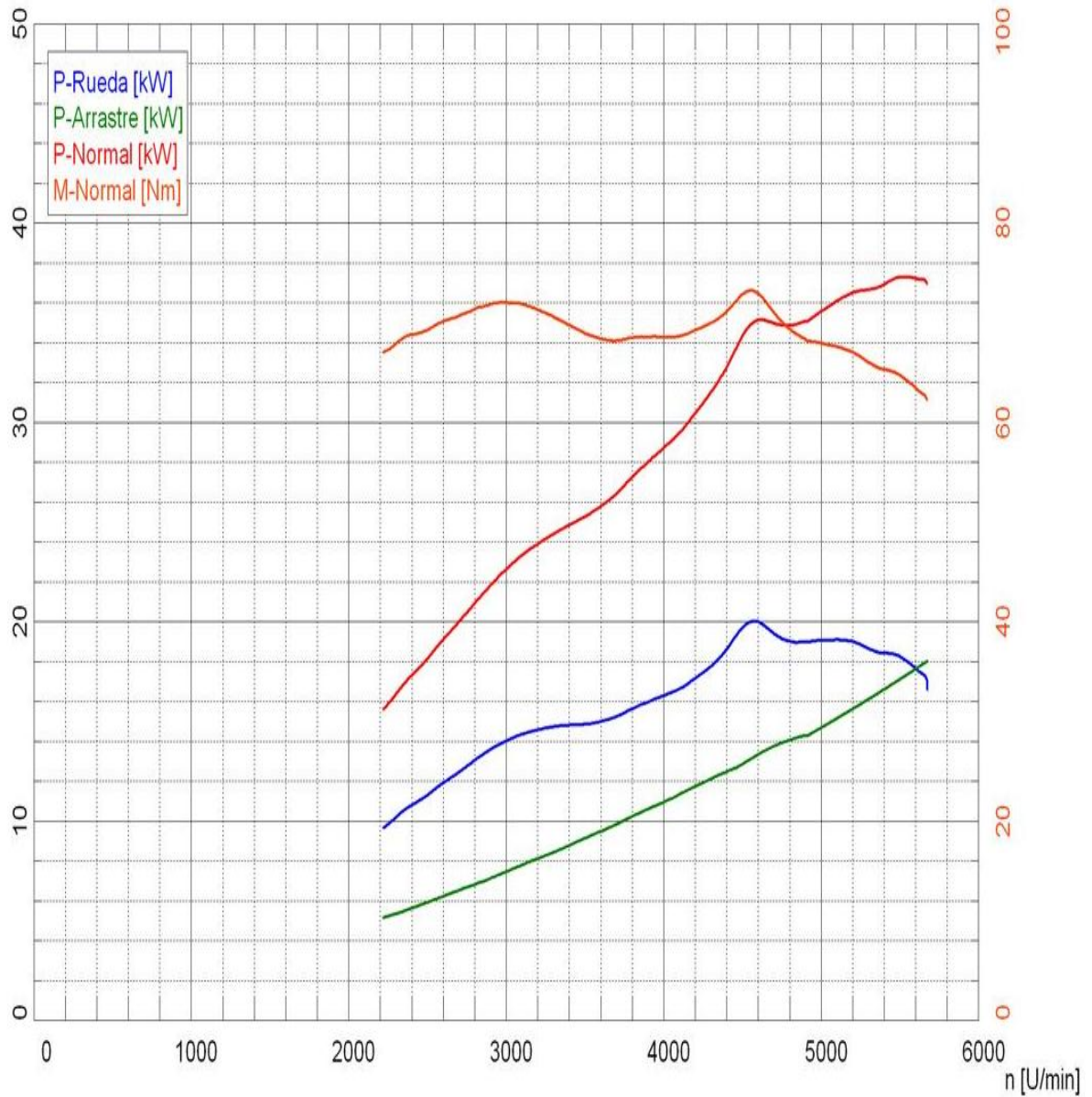
**TABLA Nro. 10** Prueba de torque y potencia con el sistema de electrolisis

prueba	Pot. Normativa	Pot. motor	Pot. Ruedas	Pot. arrastre	Pot. Max.	Par. 1	Par. Max.	Rpm Max.
1	38.5 KW	36.5 KW	19.4 KW	17.1 KW	5505 U/min	75.6 Nm	2910 U/min	5680 U/min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

#### 4.4.1. CURVAS DE POTENCIA SIN SISTEMA DE ELECTROLISIS

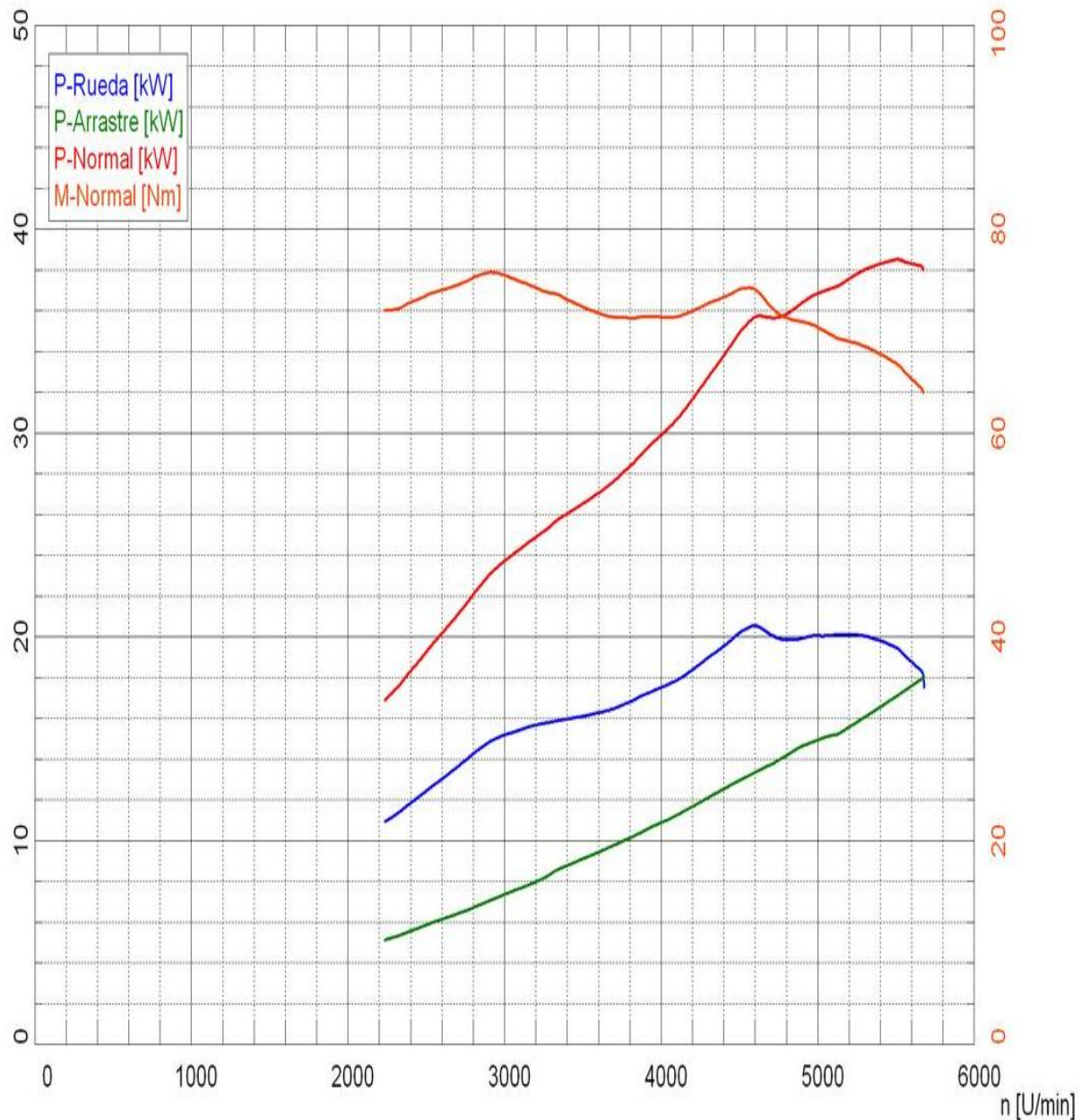
Grafico Nro. 4



**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

## CON SISTEMA DE ELECTROLISIS

Grafico Nro. 5



**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**4.5. TABLAS COMPARATIVAS DE EMISIÓN DE GASES PRUEBA  
NRO. 1**

**SIN SISTEMA (TABLA Nro. 11), CON SISTEMA (TABLA Nro. 12)**

**(TABLA Nro. 11)** Emisión de gases sin el sistema de electrolisis

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.01	11.90	0.01	15	5.08	130	1.299	810
<b>MED 2</b>	0.01	14.50	0.01	9	0.47	69	1.022	2780
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**TABLA Nro. 12** Emisión de gases con el sistema de electrolisis

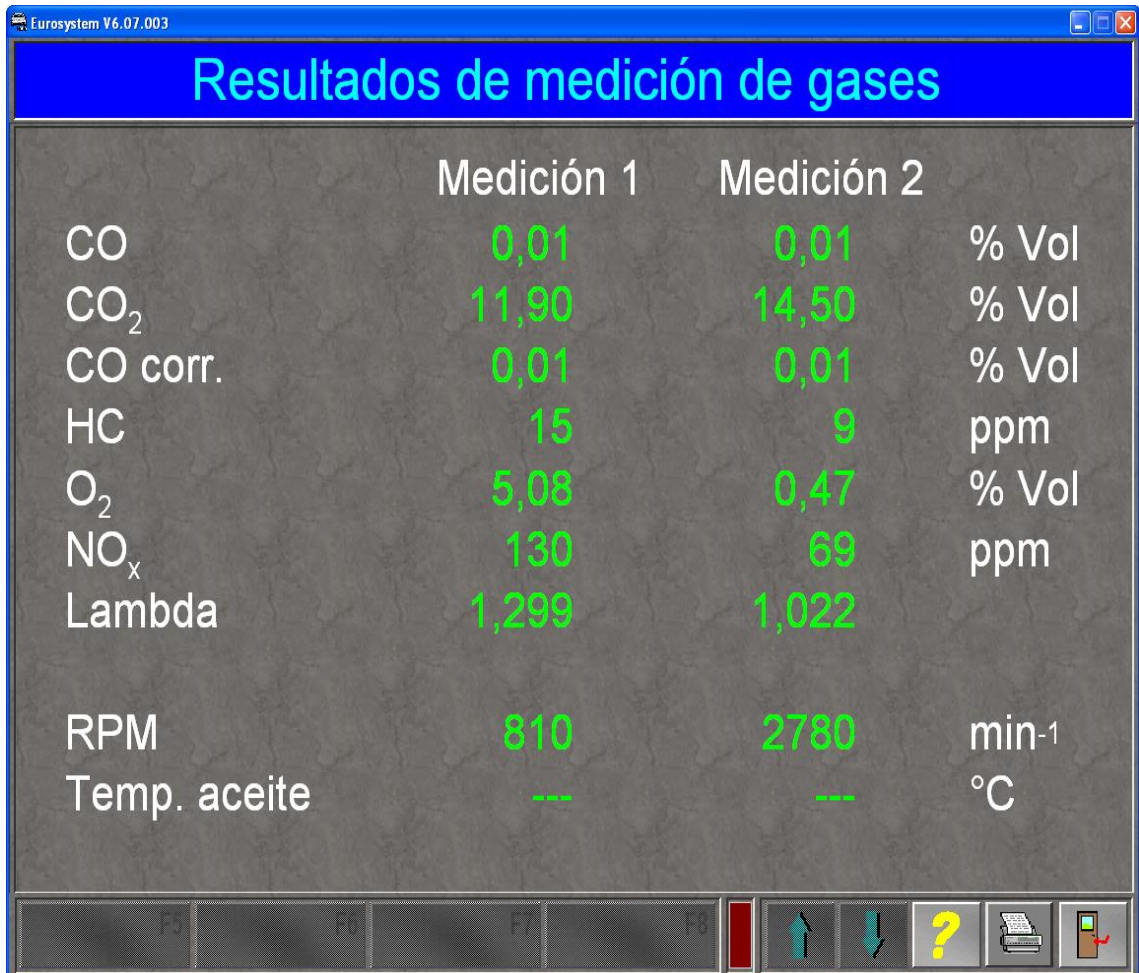
medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.00	12.20	0.00	7	3.50	1	1.206	810
<b>MED 2</b>	0.00	14.70	0.00	4	0.14	0	1.006	2760
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.



#### 4.5.1. VALORES DE EMISIÓN DE GASES PRUEBA Nro. 1

**TABLA Nro. 13** Resultado de las pruebas de emisiones contaminantes sin sistema



	Medición 1	Medición 2	
CO	0,01	0,01	% Vol
CO <sub>2</sub>	11,90	14,50	% Vol
CO corr.	0,01	0,01	% Vol
HC	15	9	ppm
O <sub>2</sub>	5,08	0,47	% Vol
NO <sub>x</sub>	130	69	ppm
Lambda	1,299	1,022	
RPM	810	2780	min <sup>-1</sup>
Temp. aceite	---	---	°C

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**TABLA Nro. 14** Resultado de las pruebas de emisiones contaminantes con sistema

	Medición 1	Medición 2	
CO	0,00	0,00	% Vol
CO <sub>2</sub>	12,20	14,70	% Vol
CO corr.	0,00	0,00	% Vol
HC	7	4	ppm
O <sub>2</sub>	3,59	0,14	% Vol
NO <sub>x</sub>	1	0	ppm
Lambda	1,206	1,006	
RPM	810	2760	min <sup>-1</sup>
Temp. aceite	---	---	°C

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**4.6. TABLAS COMPARATIVAS DE EMISIÓN DE GASES PRUEBA  
NRO. 2**

**TABLA Nro. 15** Emisión de gases sin el sistema de electrolisis

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.01	12.70	0.01	4	2.86	6	1.157	800
<b>MED 2</b>	0.01	14.60	0.01	4	0.28	85	1.013	2880
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

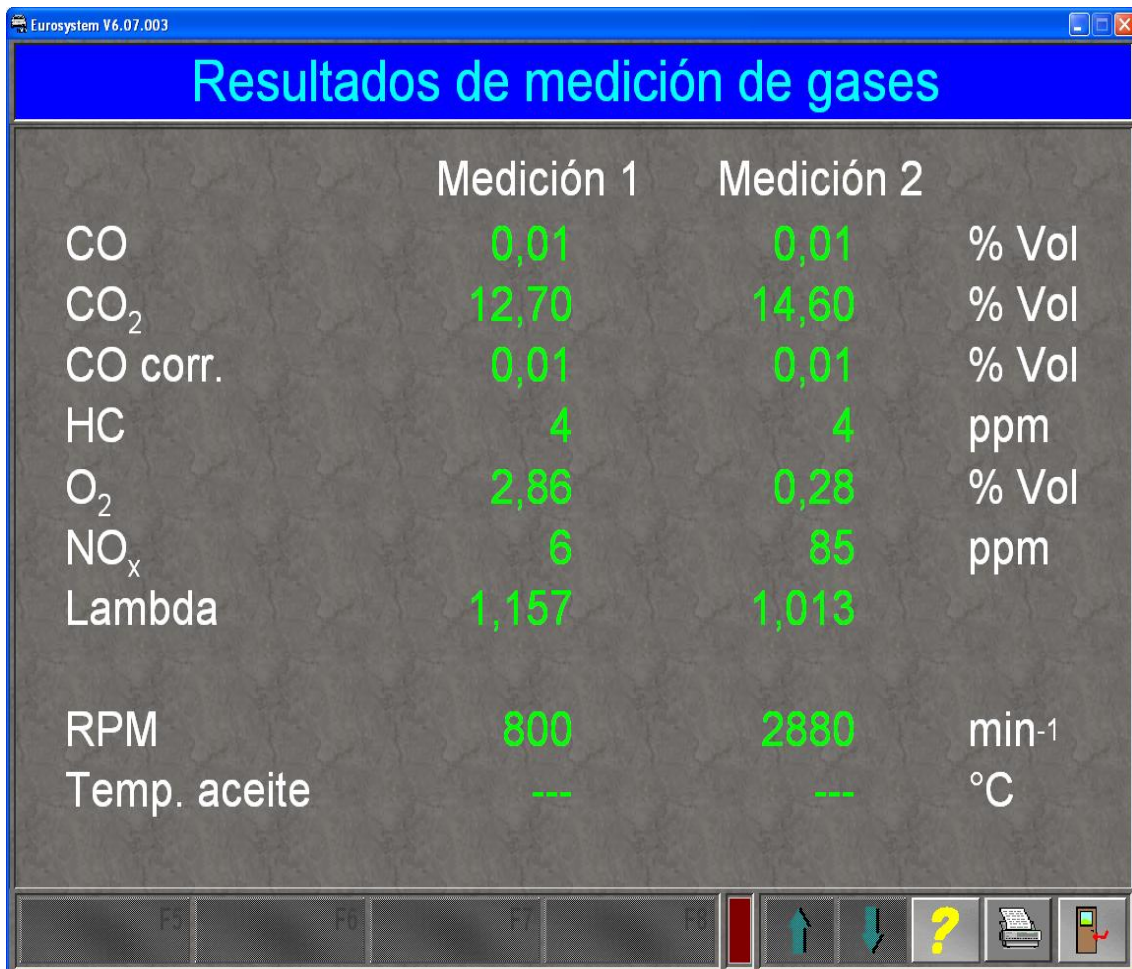
**TABLA Nro. 16** Emisión de gases con el sistema de electrolisis

medición	CO	CO2	COcor	HC	O2	NOX	LAM	RPM
<b>MED 1</b>	0.00	12.40	0.00	3	3.38	3	1.191	800
<b>MED 2</b>	0.00	14.70	0.00	2	0.15	0	1.007	2930
<b>PORCENTAJE</b>	%	%	%	ppm	%	ppm		min

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

#### 4.6.1. VALORES DE EMISIÓN DE GASES PRUEBA Nro. 2

**TABLA Nro. 17** Resultado de las pruebas de emisiones contaminantes sin sistema



	Medición 1	Medición 2	
CO	0,01	0,01	% Vol
CO <sub>2</sub>	12,70	14,60	% Vol
CO corr.	0,01	0,01	% Vol
HC	4	4	ppm
O <sub>2</sub>	2,86	0,28	% Vol
NO <sub>x</sub>	6	85	ppm
Lambda	1,157	1,013	
RPM	800	2880	min <sup>-1</sup>
Temp. aceite	---	---	°C

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

**TABLA Nro. 14** Resultado de las pruebas de emisiones contaminantes con sistema

	Medición 1	Medición 2	
CO	0,00	0,00	% Vol
CO <sub>2</sub>	12,40	14,70	% Vol
CO corr.	0,00	0,00	% Vol
HC	3	2	ppm
O <sub>2</sub>	3,38	0,15	% Vol
NO <sub>x</sub>	3	0	ppm
Lambda	1,191	1,007	
RPM	810	2930	min <sup>-1</sup>
Temp. aceite	---	---	°C

**Fuente:** CCICE Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación en Control de Emisiones Vehiculares. **EPN** Escuela Politécnica Nacional.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Se logró el objetivo de la investigación, es decir la **CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**
2. La potencia normal del motor sin instalar el sistema de electrólisis, es de 37.2 kW y con el sistema de electrolisis instalado su potencia aumentó a 38.5kW es decir su aumento fue de 1.3 kW, mejorando considerablemente la potencia del motor.
3. Con el aumento de la potencia comprobada el consumo de combustible bajo en un promedio de 10% mejorando así la economía de los usuarios.
4. La potencia a las ruedas fue de 18.1 kW sin el sistema de electrolisis el cual aumento a 19.4 kW con el sistema de electrolisis habiendo un aumento de 1.3 kW de potencia a las ruedas.
5. Con respecto a las pruebas de emisiones de gases es notorio que en las pruebas que se realizo sin el sistema de electrolisis existe un 0.01 de emisión de emisiones de CO, con la instalación del sistema de electrolisis las emisiones de CO de redujeron a cero absoluto.

6. Se demostró que los contaminantes como los HC, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> sin el sistema de electrolisis tienen un volumen aproximadamente de 15 ppm – 5,08% - 130 ppm respectivamente, una vez instalado el sistema de electrolisis el volumen de contaminantes se reduce notablemente, es decir el HC reduce a 7 ppm, el O<sub>2</sub> reduce a 3,50 % y el NO<sub>x</sub> a 1 ppm

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda tomar las medidas de seguridad correspondientes al manipular el hidrógeno ya que es un elemento altamente inflamable y si no se lo usa adecuadamente puede acarrear graves consecuencias.
2. Se recomienda la mejora del sistema de frenos, puesto que la potencia a las ruedas aumento siendo este un problema en la distancia y eficiencia de frenado.
3. Se recomienda dar el mantenimiento pertinente al sistema para extender su vida útil.
4. Se recomienda ubicar las celdas electrolíticas en un lugar ventilado para que puedan refrigerarse ya que es un sistema que funciona con corriente directa.
5. Es recomendable seguir los pasos de funcionamiento, mantenimiento y seguridad que de detallan en el manual del sistema.
6. Se recomienda la utilización de energías alternativas el lugar de combustibles fósiles ya que estos producen una gran cantidad de contaminantes siendo este el motivo del calentamiento global.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. PROPUESTA ALTERNATIVA**

#### **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

**ELABORACION DE UN MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

#### **6.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Luego de haber hecho las pruebas y comprobado los resultados obtenidos de torque–potencia y emisión de gases contaminantes, después de haber demostrado en eficiencia el sistema de electrolisis de agua adaptado a un motor sobre los motores tradicionales, hemos visto la necesidad de describir el procedimiento de adaptación de un sistema de electrolisis de agua para inyectar hidrógeno a motores de combustión interna, esto está dirigido a estudiantes, profesores, profesionales y todas las personas que tengan interés por realizar este tipo de procedimiento a motores de combustión interna. Toda la información que contiene esta fuente servirá de referencia y ayuda para las aplicaciones al respecto de este tema ya que en nuestro país no existen guías sobre este tipo de adaptaciones.



### **6.3. FUNDAMENTACIONES**

Todo el desarrollo de esta investigación, propuesta y práctica, está orientada hacia conservación del medio ambiente, con el control, reducción de las emisiones contaminantes y el mejoramiento del torque y potencia del motor, con fundamentación teórica y práctica se pone a consideración como una gran alternativa para el mejoramiento de medio ambiente y todo el aire que respiramos

Este procedimiento es aplicable en el sector urbano, grandes ciudades que son las más afectadas con los gases contaminantes siendo un beneficio al medio ambiente de estas zonas y para el planeta.

### **6.4. OBJETIVOS**

#### **General**

Elaborar un manual de construcción y adaptación de un sistema de electrolisis para motores de combustión interna mediante los pasos especificados para la reducción de de los gases contaminantes y mejorar la eficiencia de los motores.

#### **Específicos**

- Establecer la información del proceso teórico y práctico de un sistema de electrolisis para motores de combustión interna con la difusión de este manual.
- Conceptualizar y definir el procedimiento para la construcción de células de hidrógeno y su adaptación.

- Sociabilizar y presentar la información necesaria para motivar el uso de energías alternativas para la disminución de gases contaminantes.
- Investigar recopilar y aportar con los conocimientos básicos para la construcción de un sistema de electrolisis para motores de combustión interna y así ayudar a mejorar la calidad del aire que respiramos.

## **6.5. UBICACIÓN SECTORIAL**

Se toma como referencia la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, sector el olivo, Universidad Técnica del Norte, talleres de mecánica automotriz.

## **6.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTRÓLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA MEJORAR SU EFICIENCIA.**

#### **6.6.1. CONSIDERACIONES Y REQUERIMIENTOS**

Para adaptar este sistema se debe tomar en cuenta algunos parámetros con el fin de asegurar un correcto funcionamiento con este sistema para conseguir buenos resultados como son la reducción de gases contaminantes.

Se ha elegido un motor GM 1300 cc para acoplar el sistemas de electrolisis de agua, las características de este motor 4 cilindros, 1300cc, inyección multipunto, entre otras.

## **6.6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

Para tener resultados óptimos de esta adaptación, se debe tener muy en cuenta varios factores, tanto en los materiales que se va a utilizar, así como d seguridad en la manipulación de los químicos que serán usados para obtener mayor eficiencia en el sistema.

### **6.6.2.1. MATERIALES**

#### **6.6.2.1.1. PLACAS O ELECTRODOS**

Los electrodos son utilizados para hacer contacto en partes no metálicas de un circuito, se debe tener mucho cuidado de no hacer contacto con el electrodo y las placas metálicas ya que se produciría un corto.

En este caso hemos utilizado un electrodo de acero inoxidable que es un sustituto de los metales puros y es un buen conductor eléctrico.

Las placas fueron perforadas en dos partes para la circulación del agua y el gas, por uno de los orificios ingresara el agua en su estado liquido y por el otro orificio saldrá el resultado del proceso de la electrolisis en su estado gaseoso.

#### **6.6.2.1.2. HIDRÓXIDO DE POTASIO**

Es una sal utiliza en la preparación de electrolito la cual al diluirla con agua hace que esta tenga conductividad eléctrica, esto nos ayuda a obtener mayores beneficios de la electrolisis y por ende vamos a tener mayor cantidad de hidrogeno que es nuestro objetivo para lograr aumentar la eficiencia de nuestro motor.

Hay que tener muy en cuenta las normas de seguridad al manipular este elemento ya que es un producto corrosivo, destruye tejidos vivos y otros materiales, provoca graves quemaduras, hay que evitar el contacto con la piel y los ojos, no inhalar y para total seguridad hay que usar la debida proyección que cuenta de guantes y mascara.

### **6.6.2.1.3. ELECTROLITO**

El electrolito es una sustancia que sirve como conductor eléctrico y que contiene iones libres, también se les conoce como sustancia iónica o disolución.

La disolución fue hecha en 1000 mililitros de agua más 20 gramos de hidróxido de potasio o potasa caustica.

### **6.6.2.1.4. CÉLULAS O CELDAS ELECTROLÍTICAS**

Se denomina así al dispositivo utilizado para la descomposición de sustancias ionizadas mediante la corriente eléctrica.

El número de placas por célula es de 21:

3 negativas. -

2 positivas. +

16 neutras. n

Las placas van dispuestas de la siguiente manera:

-nnnn+nnnn-nnn+nnnn-

Hay que instalar en este orden para que la descomposición se lleve a cabo, caso contrario no tendríamos los resultados requeridos.

#### **6.6.2.1.5. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA**

Se lo hace conectando la manguera que sobresale de depósito de electrolito a la admisión del motor ya que el agua es intercambiada por gas para el proceso.

Para su respectiva generación las células son conectadas a dos baterías en serie que dan un total de 24 V.

### **6.7. IMPACTOS**

#### **EDUCATIVO**

Fomentará el aprendizaje de los estudiantes con los conocimientos respectivos para la utilización correcta de este tipo de energía alternativa.

#### **AMBIENTAL**

Ayudará a que el ecosistema tenga un grado menor de contaminación, el aire que respiramos sea más puro, se reduciría el efecto invernadero dando como resultado un medio ambiente más puro.

### **6.8. DIFUSIÓN**

Se contactará con docentes de la carrera de ingeniería para que el tema sea acogido como una opción en la investigación de temas relacionados con energías alternativas y conservación del medio ambiente.

## **6.9.-PRÁCTICAS REALIZADAS AL MOTOR**

### **6.9.1.-PRÁCTICA Nro. 1**

#### **6.9.1.1.-LIMPIEZA DE INYECTORES**

##### **6.9.1.2.-OBJETIVO**

Verificar que todos los inyectores tengan un correcto funcionamiento

##### **6.9.1.3.-MARCO TEORICO**

##### **6.9.1.4.-LOS INYECTORES Y SU LIMPIEZA**

**(M.Bustillo)** Los inyectores son electroválvulas.

En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra.

Importante recordar que después de un tiempo prolongado del uso de un vehículo con sistema de inyección de gasolina se efectúe la limpieza de los inyectores, debido a la formación de sedimentos en su interior que impiden la pulverización adecuada del combustible dentro del cilindro, produciendo marcha lenta irregular, pérdida de potencia que poco a poco se va apreciando en la conducción.

Se puede adquirir en las tiendas de partes, líquidos limpiadores de inyectores que se pueden agregar al combustible, y que son relativamente efectivos. Estos limpiadores se le pueden agregar al

combustible periódicamente, considerando este procedimiento como un programa de mantenimiento regular.

Otra forma de limpiar los inyectores más rápidamente es inyectar en el sistema de inyección solventes des-incrustadores directamente con el combustible en las tuberías mientras el motor se encuentra en marcha acelerada a un nivel de R.P.M. que permita el arrastre de las incrustaciones y el carbón que se puedan haber depositado en los inyectores.

Esto se denomina limpieza de inyectores sin desmontar del motor.

Otro procedimiento de mayor efectividad, es el de limpiar los inyectores desmontándolos de su alojamiento y también desmontando los rieles de combustible.

Sumergirlos en solventes para limpieza de los mismos y a los inyectores colocarlos en equipo de ultrasonido para que puedan desprenderse de su interior todos los residuos carbonosos y luego hacerlos funcionar a cada uno con un generador de pulsos.

Esto se denomina limpieza de inyectores sin desmontar del motor.

Terminada la operación limpieza, se montan en un banco de caudales para reproducir el funcionamiento y medir el rendimiento de cada uno que no debe superar un 10 por ciento entre todos los inyectores.

En aquellos casos que uno o unos inyectores se encuentren por debajo del 10 por ciento del mejor se deben inspeccionar para ver si todavía no están suficientemente limpios o reemplazarlos por defectuosos.

Cuando se reinstalan los inyectores se deben reemplazar los anillos de cada inyector para asegurarse para que no se produzcan pérdidas de combustible que son tan peligrosas.

Cuando se trabaja en las tuberías de combustible en un sistema de inyección se debe tener muy en cuenta que el sistema puede estar bajo presión, por lo tanto lo primero que se debe hacer antes de desmontar algo, es sacarle la presión de combustible remanente, para lo cual se deben colocar alrededor de las tuberías trapos absorbentes o papeles que puedan retener todo el combustible para que no se derrame, porque puede ser fatal, considerando el grado de inflamabilidad de la gasolina.

#### **6.9.1.5.-LIMPIEZA DE INYECTORES POR ULTRASONIDO:**

Este procedimiento consiste en desmontar los inyectores del motor y luego ponerlos a funcionar dentro de un Equipo de Ultrasonido.

Los inyectores deben estar funcionando bajo la acción de un Generador de pulsos y al mismo tiempo estar sometidos a la acción de un Equipo de Ultrasonido.

#### **6.9.1.6.- EL EQUIPO DE ULTRASONIDO:**

Un equipo de ultrasonido es una herramienta muy interesante para tener en un taller de reparaciones.

No solo le servirá a Usted para limpiar inyectores, sino que también le será de mucha utilidad para limpiar todo tipo de piezas, especialmente aquellas donde se desee limpiar partes internas y que no es posible llegar a estas partes, como por ejemplo: Carburadores, Válvulas, Electroválvulas, rodamientos, etc.



Existen equipos de ultrasonido de diferentes capacidades, 2 litros, 4 litros, 6 litros, 10 litros, etc.

Para limpiar los inyectores y piezas chicas, un equipo de 2 litros es suficiente, pero si Ud. además lo piensa usar para limpiar piezas mayores (Ej. Un carburador), uno de 6 litros le será apropiado.

Un equipo de ultrasonido limpia por el fenómeno de Cavitación Ultrasónica.

La cavitación ultrasónica es el fenómeno mediante el cual es posible comprender el principio del lavado por ultrasonido.

En un medio líquido, las señales de alta frecuencia producidas por un oscilador electrónico y enviadas a un transductor especialmente colocado en la base de una batea de acero inoxidable que contiene dicho líquido, generan ondas de compresión y depresión a una altísima velocidad.

Esta velocidad depende de la frecuencia de trabajo del generador de ultrasonido.

Generalmente estos trabajan en una frecuencia comprendida entre 24 y 55 KHz. Las ondas de compresión y depresión en el líquido originan el fenómeno conocido como "Cavitación Ultrasónica".

#### **6.9.1.7.- MATERIALES**

Cañerías de suministro.

Bomba

Filtro

### **6.9.1.8.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Banco de pruebas de inyectores

### **6.9.1.9.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:**

1- Desmontar los inyectores del motor. Esto se consigue aflojando los tornillos del riel o rampa y luego sacando de a unos los inyectores. En muchos casos suelen tener una traba, retire las trabas de a una.

2- Una vez desmontado los inyectores, límpielos primeramente por fuera, use para esto cualquier desengranaste o un poco de gasolina. Esto evitara que Ud. mismo ensucie el líquido en el equipo de ultrasonido.

3- Coloque los inyectores en el equipo de ultrasonido y simultáneamente conecte el generador de pulsos. Ponga en funcionamiento el equipo de ultrasonido.

Deje funcionando el equipo de ultrasonido por unos 15 minutos, luego de este tiempo saque los inyectores del líquido y sopletearlos ingresando el aire comprimido por la boca de acceso del combustible a los inyectores. Para que el aire pase por dentro de los inyectores, el generador debe estar funcionando.

5- Repita el procedimiento nuevamente.

### **6.9.1.10.- CONCLUSIÓN**

Se concluye que la limpieza de los inyectores es esencial para un óptimo funcionamiento del motor.

#### **6.9.1.11.- RECOMENDACIÓN**

Se recomienda volver a repetir el procedimiento de limpieza para un mejor resultado.

#### **6.9.1.12.- BIBLIOGRAFÍA**

- Cise Electrónica – Jose M. Bustillo 3243 – ( 1406 ) Capital Federal – Buenos Aires – Argentina 5411 4637-8381
- Cise Electronics Corp. 12920sw 128 th street – Suite 4 – ( 33186 ) – Miami – Florida – USA ( 786 ) 293-1094
- Derechos Reservados – <http://www.cise.com> info@cise.comEs

#### **6.9.2.-PRACTICA Nro. 2**

##### **6.9.2.1.- DIAGNÓSTICO AUTOMOTRÍZ**

##### **6.9.2.2.-OBJETIVO**

Verificar que todos los sistemas electrónicos funcionen correctamente

##### **6.9.2.3.-MARCO TEÓRICO**

##### **6.9.2.4.- DIAGNÓSTICO**

**(Proceso el diagnostico automotriz, 2011)** Identificación y análisis del proceso de diagnostico de vehículo automotriz.

### **6.9.2.5.- PROCESO DE DIAGNÓSTICO.**

Escuchar al cliente. En este punto vamos a escuchar claramente de lo que nos dice el cliente que es lo que cree que está fallando su vehículo, que ruidos presenta o que es lo que hace que el sienta que no está funcionando correctamente.

Comprobar la falla. Al escuchar lo que dijo el cliente vamos nosotros a determinar si lo que nos dice es verdad, para eso tenemos que hacer pruebas y verlo, escucharlo y sentirlo, ya que con nuestros conocimientos podemos determinar qué sistema está fallando.

Comprender el funcionamiento del sistema. Después que localizamos la falla demos estar conscientes de que sabemos perfectamente el funcionamiento del sistema y cuáles son sus componentes de los que resulto la falla.

#### **Inspección.**

Lecturas de códigos de falla con equipo de diagnóstico.

Interpretación de fallas.

Mediciones para reparar o sustituir componentes.

Borrar códigos de falla.

#### **Prueba de funcionamiento.**

Leer nuevamente códigos de falla.

## **Identificación técnica del vehículo automotriz.**

Revisión de características del vehículo automotriz.

Marca.

Modelo.

Tipo.

Aplicación.

## **Revisión de especificaciones técnicas del vehículo automotriz.**

Consulta manual del fabricante.

Por componente

Para hacer servicio a un vehículo primero debemos empezar por llenar un formato de entrada del vehículo el cual contiene los datos necesarios del vehículo como son: año, modelo, color, marca, tipo de automóvil, origen de fabricación, con que sistemas cuenta, y que es lo que presenta de fallas para analizar qué servicio requerirá en qué estado se encuentra cada uno de sus sistemas y hacerle un inventario que sea firmado por el cliente.

### **6.9.2.6.- MATERIALES**

Adaptadores

Cables

### **6.9.2.7.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Escáner

### **6.9.2.8.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:**

#### **A. Diagnostico directo de las condiciones de los componentes que tienen que ver con los sistemas**

1. Si durante la revisión mediante scanner es detectado algún sensor o actuador dañado, se debe revisar la línea de datos y alimentaciones mediante un multímetro digital o en su caso un osciloscopio para observar el comportamiento directo del componente o en su caso revisar líneas al modulo de control electrónico.

#### **B. Diagnostico del cableado y conectores de los sistemas**

1. Inspeccionar de forma minuciosa el estado físico de los cables utilizados como líneas de enlace entre los sensores o actuadores que manifiestan falla hasta el modulo de control electrónico del sistema chequeado.

2. Revisar y probar que las líneas tengan continuidad mediante multímetro o lámpara de prueba para ratificar que estén funcionando de forma adecuada

3. Revisar el estado físico y la continuidad de los conectores eléctricos de sensores, actuadores y modulo de control electrónico, para evitar falsos contactos por sulfatación.

#### **C. Impresión del diagnostico de los sistemas**

1. Una vez verificados los orígenes de las fallas de los sistemas chequeados, se debe realizar una impresión con la descripción de la falla,

donde se incluya la lista de códigos permanentes encontrados y la especificación de lo necesario para realizar la reparación de la falla.

#### **D. Inspección y Verificación de los sistemas una vez reparados**

1. Una vez reparados los sistemas donde se encontraron fallas, se debe realizar un nuevo scanneo para borrar códigos.
2. Al término del proceso se deberá realizar un recorrido de prueba del vehículo a temperatura normal de funcionamiento de los sistemas para determinar y ratificar el buen funcionamiento de los sistemas reparados en el proceso.

#### **6.9.2.9.-CONCLUSIÓN**

Se concluye que el diagnostico de las partes electrónicas del vehículo es muy importante para tener una idea del tiempo de vida útil de estos componentes.

#### **6.9.2.10.- RECOMENDACIÓN**

Se recomienda volver a repetir el procedimiento para verificar que los sistemas funcionen correctamente.

#### **6.9.2.11.- BIBLIOGRAFÍA**

Proceso el diagnostico automotriz. (Marzo de 2011). Obtenido de <http://www.buenastareas.com>

### **6.9.3.-PRÁCTICA Nro. 3**

#### **6.9.3.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **6.9.3.2.-OBJETIVO**

Conservar el equipo en buen estado para que cumpla su tarea.  
Disminuir las paradas de emergencia.

#### **6.9.3.3.-MARCO TEORICO**

#### **6.9.3.4.- MANTENIMIENTO**

**(Mantenimiento Preventivo de Vehiculos)** Cambiar Aceite de motor.

Reemplazar el filtro en cada cambio.

Amortiguadores: Los amortiguadores gastados o con fugas deben cambiarse. Hágalo siempre en pares.

Anticongelante en lugares de bajas temperaturas, revisarlo cada semana.

Batería revise los niveles cada vez que cambie el aceite, si los niveles de las celdas están bajos, llenar con líquido para batería o agua purificada.

Filtro de aire revisar cada dos meses. Cambiarlo como parte de la afinación. Líquido dirección hidráulica Revisar una vez al mes, llenar cuando esté bajo el nivel.



Revisar la bomba y mangueras para detectar fugas.

Líquido de frenos revisar una vez al mes, llenar con el tipo de líquido apropiado y revise el sistema para detectar fugas.

Llantas Mantener las llantas infladas a la presión indicada en el manual del auto.

Básicamente consiste en programar revisiones de los vehículos, apoyándose en conocimientos de estos, en base a la experiencia y los datos históricos de mantenimiento obtenidos de las mismas.

Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasado, cambio de bandas, cambio de aceites, limpieza, verificación de niveles de líquidos, chequeo de sistemas de frenos, suspensión, encendido.

Dicho mantenimiento involucra el cambio de aceite, filtros, mangueras, bandas entre otros. El mantenimiento correctivo, en ningún caso está programado, por lo tanto puede realizar reparaciones con componentes que aún poseen garantía de fábrica inclusive. Una vez realizado el trabajo, confecciona y agrega el reemplazo en el historial del vehículo, si éste no existe, da inicio al mismo.

#### **6.9.3.5.- MATERIALES**

Para dar un mantenimiento preventivo se necesitan materiales básicos tales como:

Aceites de motor, caja de velocidades, transmisión.

Refrigerantes.

Líquido de frenos.

Líquido hidráulico.

### **6.9.3.6.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Para dar un mantenimiento preventivo se necesitan las siguientes herramientas:

Juego de llaves.

Desarmadores.

Rachas.

Compresor de aire con sus respectivos acoples.

Embudos.

Bomba de grasa.

### **6.9.3.7.- PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:**

- Primero se procede a revisar los niveles de los líquidos como son el líquido de frenos, el líquido hidráulico de la dirección, una vez revisado esto se procede a completar dichos líquidos si hace falta.
- A continuación se procede a realizar el cambio de aceite de motor, caja de velocidades y transmisión, sacamos los tapones del Carter, caja de velocidades y transmisión para que salga todo el aceite usado.
- Mientras tanto procedemos a chequear el agua en el radiador, agua de las baterías y de la misma forma completamos si es necesario, hay que revisar si las bandas se encuentran en buen estado para evitar una rotura imprevista, una vez chequeado esto y que el aceite usado ya haya sido desalojado por completo procedemos a colocar los tapones y a poner el aceite en el motor, caja de velocidades y transmisión.

- Es importante también revisar el sistema de frenos, revisar si las zapatillas están en buen estado o si hay que remplazarlas, así como es importante revisar que los amortiguadores no estén con fugas para no tener problemas en la circulación en carreteras.

#### **6.9.3.8.- CONCLUSIÓN**

El mantenimiento antes de girar la llave debe ser un hábito, básicamente porque nos brinda Seguridad; de igual forma, la ergonomía nos brinda también comodidad e incluso economía.

#### **6.9.3.9.- RECOMENDACIÓN**

Se recomienda llevar un plan de mantenimiento preventivo periódico de su vehículo para así ahorrarnos tiempo y dinero en futuras reparaciones.

#### **6.9.3.10.- BIBLIOGRAFÍA**

- [www.rtp.gob.mx](http://www.rtp.gob.mx)
- [dspace.ups.edu.ec/123456789/1125/4/Capitulo 203.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/123456789/1125/4/Capitulo%20203.pdf)
- [es.scribd.com/doc/.../Mantenimiento-Preventivo-de-Vehiculos](https://es.scribd.com/doc/.../Mantenimiento-Preventivo-de-Vehiculos)

## 6.10.-BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Ambiente y Soluciones. (s.f.).
- BOSCH. Manual de la tecnica del automovil.
- Diccionario de lengua española. (2011). RAE.
- Glosario del acero.
- Gran diccionario enciclopedico siglo XXI. (2001). Colombia: Ibalpe internacional de ediciones.
- Gases contaminantes. (s.f.).
- H. Schultz, G. B. (2005). Enciclopedia Ullmann de Quimica industrial "Compuestos de potacio". Wiley-VCH Weinhein.
- Proceso el diagnostico automotriz. (Marzo de 2011).
- Cise Electrónica – Jose M. Bustillo 3243 – ( 1406 ) Capital Federal – Buenos Aires – Argentina 5411 4637-8381
- Cise Electronics Corp. 12920sw 128 th street – Suite 4 – ( 33186 ) – Miami – Florida – USA ( 786 ) 293-1094

## LINKONGRAFÍA

- (<http://www.econovedades.eu>)
- <http://www.applus.com.ar>
- <http://www.buenastareas.com>
- <http://www.cise.com>
- [www.rtp.gob.mx](http://www.rtp.gob.mx)
- [dspace.ups.edu.ec/123456789/1125/4/Capitulo 203.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/123456789/1125/4/Capitulo%20203.pdf)
- [es.scribd.com/doc/.../Mantenimiento-Preventivo-de-Vehiculos](http://es.scribd.com/doc/.../Mantenimiento-Preventivo-de-Vehiculos)

# ANEXOS

**ANEXO 1:** Manual de seguridad, funcionamiento y mantenimiento..

## **CELIDAS ELECTROLÍTICAS O GENERADORES DE HIDROGENO**

### **Manual de Instrucciones**

Funcionamiento y Mantenimiento

#### **Aviso**

Antes de usar las celdas electrolíticas por favor leer este Manual de Instrucciones.

**Siempre use protección para sus ojos y cara.**

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
<b>Instrucciones de Seguridad</b>	
<b>Instrucciones</b>	
<b>Funcionamiento</b>	
<b>Mantenimiento</b>	

## **Instrucciones de Seguridad**

Antes de usar las celdas electrolíticas por favor leer estas instrucciones. Estas son para su protección y pueden ser seguidas para evitar riesgos de accidentes personales o daños en su maquinaria.

**Siempre use protección para sus ojos y cara.** Es necesario usar gafas de protección para sus ojos y careta de protección para su cara cuando trabaja con las celdas electrolíticas o con cualquier otra máquina eléctrica y así prevenir daños serios.

- No continúe usando accesorios que demuestren daños, vibraciones o rajaduras.
- Antes de usar inspeccione los accesorios para asegurarse de que se encuentran en buenas condiciones.
- **Siempre** mantenga las conexiones sin enmendaduras para evitar cortos.
- **Nunca** aplique presión excesiva en las celdas electrolíticas para evitar daños.
- **Siempre desconecte** el cable eléctrico antes del mantenimiento de las celdas electrolíticas.

## **Instrucciones**

### **Funcionamiento**

**Antes de usar las celdas electrolíticas, por favor leer estas instrucciones.**

Las celdas se pueden utilizar en posición vertical u horizontal, más una buena circulación de aire cerca de las celdas es muy importante para así refrigerar las mismas.

Para su funcionamiento, revisar que las conexiones eléctricas estén de acuerdo a lo especificado.

Revisar que no exista fugas en las celdas ya que para que se de el proceso de electrolisis estas deben estar selladas herméticamente.

Pasos para poner en funcionamiento las celdas electrolíticas:

1. Realizar la mezcla de agua con hidróxido de potasio (1000 mililitros de agua y 20 gr de KOH)
2. Agitar y dejar reposar por 5 minutos para su concentración.
3. Encienda el motor de combustión interna.
4. Conecte la salida del gas de las celdas electrolíticas en la toma de aire de vacío del múltiple de admisión.



5. Encienda el interruptor de paso de corriente hasta las celdas electrolíticas.

**Nota:** Para comprobar que el sistema está funcionando correctamente, conectar la manguera de salida del gas de las celdas electrolíticas a una botella con agua, ahí podremos observar un burbujeo, siendo esto constancia de que el sistema está funcionando correctamente.

## **Mantenimiento**

Es muy importante limpiar las celdas después de cada 700 km de recorrido.

Suciedad y partículas de corrosión pueden provocar que el sistema se obstruya y que partes de corrosión pasen al sistema de inyección y por ende a la cámara de combustión.

Siempre desconecte el cable eléctrico antes del mantenimiento de las celdas electrolíticas.

### **1. Limpieza.**

Es necesario realizar la limpieza de las celdas cada 700 km de recorrido ya que el Hidróxido de Potasio acelera la corrosión en el interior de las celdas, sobre todo si se las deja de usar por un tiempo considerable.

### **2. Reemplazo de los retenes.**

Es recomendable reemplazar los retenes de sellado después de 1400 km, es decir cada dos mantenimientos ya que estos pueden llegar a picarse gracias al hidróxido de potasio.

### **3. Siempre desconecte su máquina antes de hacer cualquier reparación.**

Es recomendable desconectar los cables de la corriente antes de cualquier mantenimiento ya que en el interior de las celdas tenemos dos electrodos.

### **4. Otros servicios y reparaciones.**

Es importante tomar en cuenta como en cualquier mecanismo, revisar periódicamente todos los elementos que conforman este dispositivo, así podremos realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a tiempo.

**NOTA:** ES IMPORTANTE RECALCAR QUE SI SE VA A DEJAR DE USAR LAS CELDAS POR UN TIEMPO CONSIDERABLE, DEBEMOS DE VACIAR LA MEZCLA YA QUE EL HIDROXIDO DE POTASIO ACELERA LA CORROSIÓN DE LAS CELDAS Y EL SISTEMA PUEDE DAÑARSE.

**ANEXO 2:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 3:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



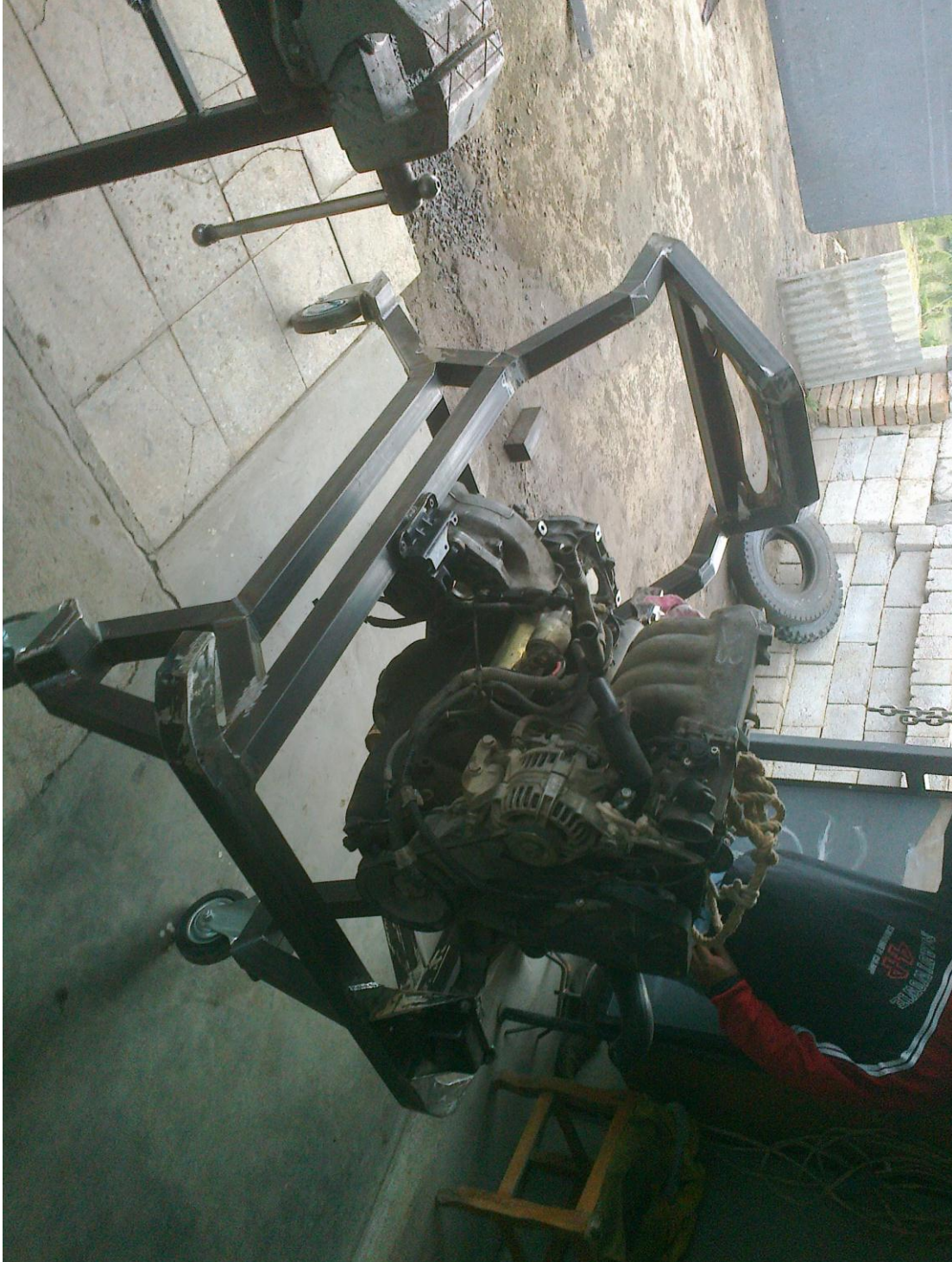
**ANEXO 4:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 5:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 6:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 7:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.





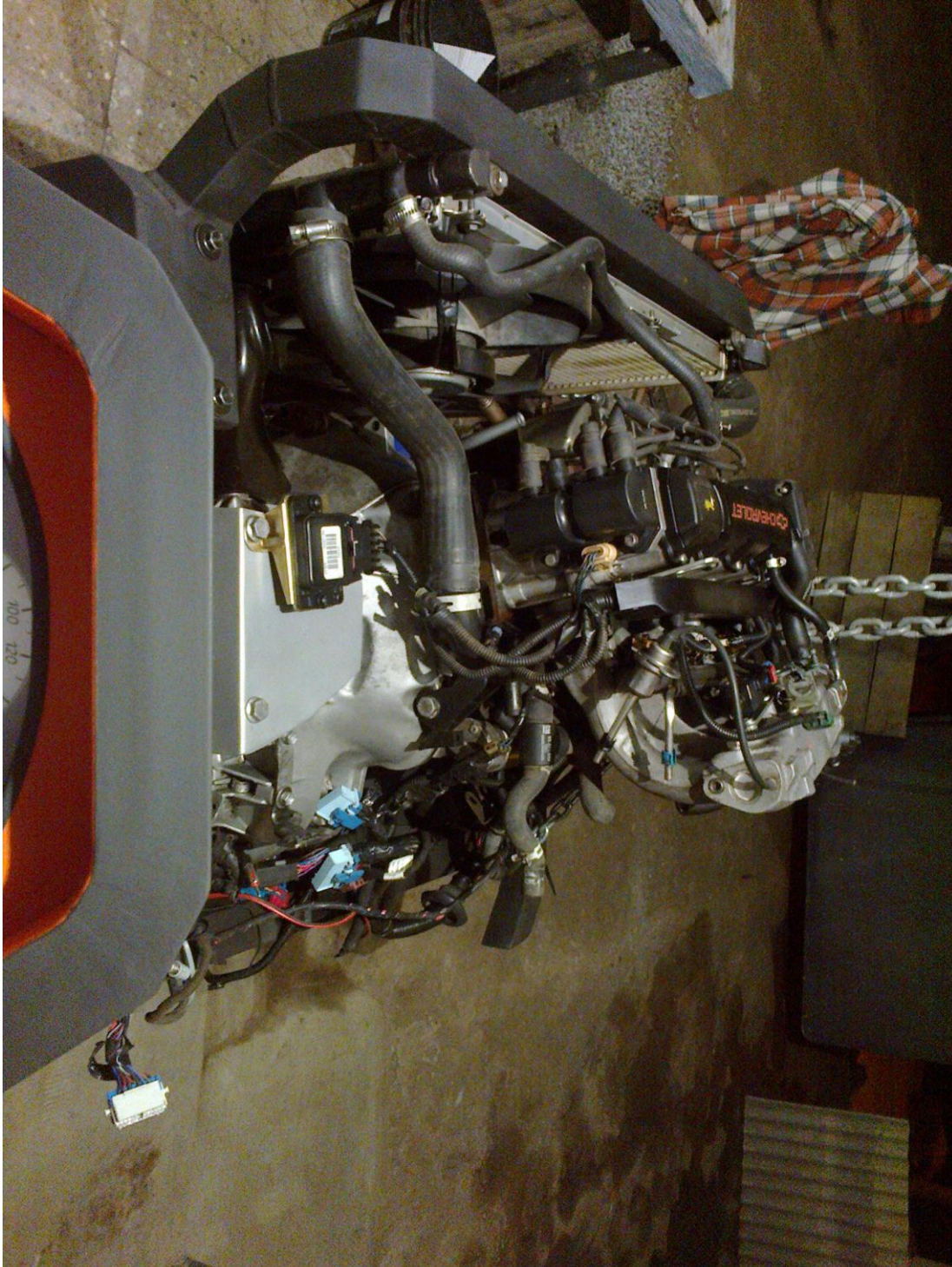
**ANEXO 8:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 9:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 10:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.



**ANEXO 11:** Fotografía proceso de ensamblaje motor y celdas.





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401398565		
APELLIDOS Y NOMBRES:	LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO.		
DIRECCIÓN:	MIRA		
EMAIL:	<a href="mailto:Mauro.llanos@hotmail.es">Mauro.llanos@hotmail.es</a>		
TELÉFONO FIJO:	062280138	TELÉFONO MÓVIL:	0992686565

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA
AUTOR (ES):	LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO. RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID
FECHA: AAAAMMDD	2013-05-02
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.
ASESOR /DIRECTOR:	ING. FAUSTO TAPIA

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO, con cédula de identidad Nro. 0401398565, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días del mes de Mayo del 2013

**EL AUTOR:**

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....

Nombre: LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO

C.C.: 0401398565

(Firma).....

Nombre: ING. BETTY CHÁVEZ

Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO, con cédula de identidad Nro. 0401398565, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA** que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma) 

Nombre: LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO

Cédula: 0401398565

Ibarra, a los 02 días del mes de Mayo del 2013



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento de pongo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003340286
APELLIDOS Y NOMBRES:	RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID.
DIRECCIÓN:	URCUQUÍ
EMAIL:	<a href="mailto:Davis_3088@hotmail.es">Davis_3088@hotmail.es</a>
TELÉFONO FIJO:	
TELÉFONO MÓVIL:	0986863748

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA
AUTOR (ES):	LLANOS ARBOLEDA MAURO ARTURO. RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID
FECHA: AAAAMMDD	2013-05-02
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.
ASESOR /DIRECTOR:	ING. FAUSTO TAPIA



## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID, con cédula de identidad Nro. 1003340286, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.


## 3. CONSTANCIAS


El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días del mes de Mayo del 2013

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma) 

(Firma) 

Nombre: RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID Nombre: ING. BETTY CHÁVEZ

C.C.: 1003340286

Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, RECALDE CAMPOS CRISTIAN DAVID, con cédula de identidad Nro. 1003340286, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE ELECTROLISIS DE AGUA PARA INYECTAR HIDRÓGENO A UN MOTOR GENERAL MOTORS 1300 CC PARA MEJORAR SU EFICIENCIA** que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma) 

Nombre: RECALDE CÁMPOS CRISTIAN DAVID

Cédula: 1003340286

Ibarra, a los 02 días del mes de Mayo del 2013